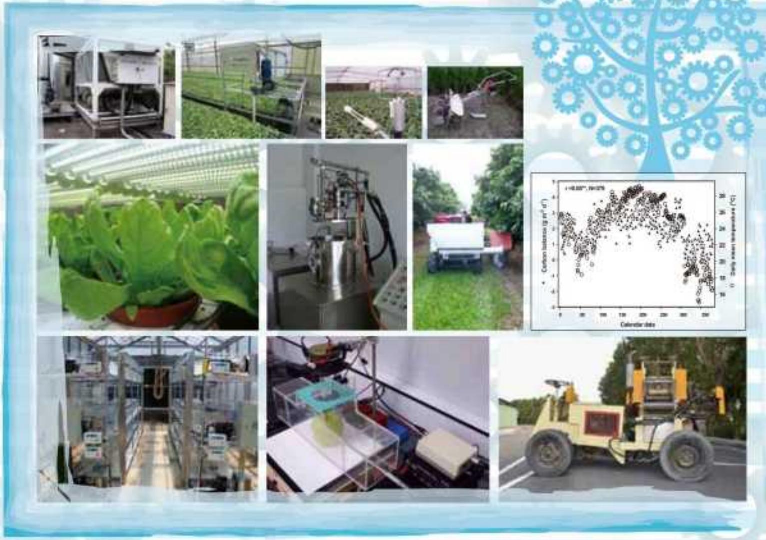
102年度農業工程與自動化計畫成果研討會論文集

行政院農業委員會農業試驗所 編印

農業試驗所特刊第177號

102年度農業工程與自動化計畫成果研討會論文集

Proceedings of the Symposium on Agricultural Engineering and Automation Project Achievements, 2013



主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所

農業環境領域

農業設施工程推動小組

農業機械與自動化推動小組

農業氣象與災害防範推動小組

楊智凱、吳有恒、黃禮棟、邱銀珍、姚銘輝　主編

中華民國　一○二年十二月

102年度農業工程與自動化計畫成果研討會議程

一、研討會時間：102年8月28日(星期三)

二、研討會地點：行政院農委會農業試驗所農工組會議室

三、議程表：

時間	議程	
09:00-09:20	報到	
09:20-09:30	開幕致詞-陳所長駿季(蔡主任秘書代)	
09:30-09:45	長官暨來賓致詞	
09:45-11:00	第一節研討會-主持人黃研究員禮棟	
	題目	報告人
09:45-10:00	多功能自動化蔬菜種苗載具之研究	謝廣文－中興大學
10:00-10:15	植物殘枝粉碎機之研製改良	邱銀珍－桃園場
10:15-10:30	稻桿擠壓成型機之試驗研究	田雲生－台中場
10:30-10:45	乘坐式果園開溝兼施肥機之研發	鄭仁勝－高雄場
10:45-11:00	新型水田中耕除草機試驗研究	黃政龍－台東場
11:00-11:15	茶敘	
11:15-12:00	第二節研討會-主持人林組長木連	
	題目	報告人
11:15-11:30	氣象通量技術在農業氣象觀測上之運用	姚銘輝－農試所
11:30-11:45	模擬溫暖化對水田雜草相之變化及其管理	蕭巧玲－農試所
11:45-12:00	近10年來中南部茶區農業氣象之溫度調查與變化趨勢	林儒宏－茶改場
12:00-13:30	午餐	
13:30-15:00	第三節研討會-主持人蔡主任秘書致榮	
	題目	報告人
13:30-13:45	熱動製冷於農業的應用	黃振康－台灣大學
13:45-14:00	高效率熱泵冷凝乾燥系統應用研究	黃禮棟－農試所
14:00-14:15	被覆材料應用於簡易溫室之光線穿透特性與降溫效能研究	黃國祥－農試所
14:15-14:30	植被降溫技術於溫室操作夏季反季節蔬菜生產之研究	向為民－農試所
14:30-14:45	二維剖面流場模擬應用於溫室設計之研究	李　健－台南場
14:45-15:00	茶敘	

時間	議程	
15:00-15:15	第四節研討會-主持人鄭副場長榮瑞	
	題目	報告人
15:00-15:15	以荷姆霍茲共振器為基礎的線上蔬果體積分級系統之研製	程安邦－宜蘭大學
15:15-15:30	氣調儲藏自動化監控系統在釋迦之應用	葉仲基－台灣大學
15:30-15:45	延長釋迦及鳳梨釋迦銷售期技術之探討	吳剛智－宜蘭大學
15:45-16:00	農產廢棄物堆肥化處理機械對果菜廢棄物堆肥化之研究	王豐政－中興大學
16:00-16:15	離心式瓜果種子溫湯消毒機之研發	張光華－花蓮場
16:15-16:30	近年來新型農機列入計畫補助牌型之應用類別與數量及其列入之年度與性能測定之年度間之時間差異	徐武煥－農試所
16:30-17:30	綜合討論-主持人白技正瀛洲	
17:30	散會	

目錄

序文 v

主持人暨來賓致詞 vi

各推動小組成員暨論文總表 viii

農業設施工程推動小組：

被覆材料應用於簡易溫室之光線穿透特性與降溫效能研究 2

設施環控在瓜果類生產之應用及 LED 在草莓生長發育之影響 8

應用 LabVIEW 圖控程式進行溫室環控之研究 14

應用耐風設計規範分析簡易設施結構之研究 20

植被降溫技術於溫室操作夏季反季節蔬菜生產之研究 26

農業機械與自動化推動小組：

植物殘枝粉碎機之研製改良 32

稻稈擠壓成型機之試驗研究 38

高效率熱泵冷凝乾燥系統應用研究 44

設施內自走載具之研發與應用 50

近年來新型農機列入計畫補助牌型之應用類別與數量及其列入之年度與性能測定之年度間之時間差異 56

蒜瓣去膜機蒜膜回收裝置之研製 62

二維剖面流場模擬應用於溫室設計之研究 68

離心式瓜果種子溫湯消毒機之研發 74

曳引機附掛式綠肥播種機之研發 80

連續式種子溫湯消毒機之研發 84

有機廢棄物處理機之研製改良 90

乘坐式果園開溝兼施肥機之研發 96

新型水田中耕除草機試驗研究 100

農產廢棄物堆肥化處理機械對果菜廢棄物堆肥化之研究 106

延長釋迦及鳳梨釋迦銷售期技術之探討 112

氣調儲藏自動化監控系統在釋迦之應用 118

以荷姆霍兹共振器為基礎的線上蔬果體積分級系統之研製........ 124
熱動製冷於農業的應用........ 130
多功能自動化蔬菜種苗載具之研究........ 136

農業氣象與災害防範推動小組：

北部地區農業汙染源監測調查........ 142
氣象通量技術在農業氣象觀測上之運用........ 148
模擬溫暖化情境對水稻田雜草相之變化及其管理........ 154
影響大葉種茶樹日燒症之環境因素........ 160
近 10 年來中南部茶區農業氣象之溫度調查與變化趨勢........ 166

綜合討論........ 172

附錄一：提問與答詢........ 183

附錄二：計畫成果研討會籌辦人員暨論文集編輯小組........ 188

序文

糧食安全直接影響社會與經濟的發展，如何維持糧食供應的穩定性是當前各國關注的重要農業議題。為因應全球氣候變遷所帶來的影響，利用農業技術以強化農作物生產已成為各國重要的農業政策。

行政院農業委員會 102-105 年農業中程施政重點是「推動健康農業，確保民眾飲食安全」、「打造卓越農業，提升產業競爭力」、「發展樂活農業，打造優質新農村」及「落實永續農業，維護農業生態安全」。在農業環境領域下，則關注於研發高效率、節能、水資源高效利用及低碳排放的生產模式，以確保農業資源的永續利用。

如何應用科技技術，建構優良農業環境，促進作物生產效率，朝向永續農業經營的生產模式，是農業工程研究人員應積極思考解決的課題。近年來，在農業設施工程方面，強調環控與節能技術開發；在農業機械與自動化方面，強調本土型高效率農業機械、節能節水技術、減廢再生利用技術及非破壞性檢測技術的研發；在農業氣象及災害防範方面，進行作物防護與栽培技術的開發、低溫寒害偵測及氣象災害風險評估。在兼顧節能及環保目的下，生產精緻、安全及健康之優質化農產品。

本次「農業工程與自動化計畫成果研討會」係由農業環境領域三個推動小組共同辦理，內容涵蓋近三年農業試驗所、各區改良場及委託學校辦理之研究計畫在農業設施工程、農業機械與自動化、農業氣象與災害防範上的執行成果。今將相關研究成果及專家學者建議彙編成冊，以供研究人員研提及執行計畫之參考；同時，亦期盼能延續此項交流，除能持續激發研究人員之研發動能外，亦可匯集專家意見，而聚焦於迫切需要研發之農業議題。

行政院農業委員會農業試驗所　所長 陳駿季 謹識

中華民國一Ｏ二年八月二十八日

主持人暨來賓致詞

主持人(蔡致榮主任秘書兆)致詞：

首先謹代表陳所長向各位專家學者、推動小組委員以及來賓致上歡迎之意，感謝大家百忙之中蒞臨參與本(102)年度農業工程與自動化計畫成果研討會。今天很難得有這個機會，讓農業環境領域的農業設施工程、農業機械與自動化推動小組及農業氣象與災害防範三個推動小組成員聚在一起，針對 99 年度至 101 年度的計畫成果進行研討。坦白說，我們農業工程領域已經很久沒有這樣的聚會機會，早期農林廳評議會時代，各場所與學校每年都會在執行計畫後，一起進行討論溝通，但自從科審制度改變以後，學校與機關之間似乎變成兩條平行線，各自研提、執行與審查計畫，一段時間後，在計畫的研提方向上，逐漸忽略了試驗研究的整體面，且研究能量分散，成果不易顯現出來。因此我們舉辦本次的研討會，將大家的成果集中，並利用報告的方式，讓其他不同學研單位的同仁們知道彼此的研究方向與試驗主題，除了可以讓大家了解各單位目前的研究成果與專業項目，也希望能探討分工合作的可能性，希望能夠凝聚共識研提可以針對農業需求以及產業升級的整合型計畫。

今天這個研討會分為農業設施、農機自動化與農業氣象三個主軸，都與農業工程有密切的關係，由我們農試所農業工程組配合三個推動小組與各場研究人員一起辦理是最恰當不過了。如同上述所提到，我們將各位研究同仁邀請至此，最主要的目的是提供一個溝通與對話的場合，除了把過去我們完成的計畫進行盤點之外，也期望利用本次的聚會，各位同仁可以將過去的重要成果提出，讓推動小組充分掌握各計畫的重大成果，彙整資料提送領域報告時才能即時呈現績效指標。還有未來研提 104 的計畫時，更需要大家提供意見或建議，避免只懂自己本身擅長的領域，多與其他同仁交流，腦力激盪，了解各個面向的觀點，當上級臨時交辦工作時，才可以迅速反應並進行規劃，甚至於未來因應比較大或不可預知的問題時，也可冷靜的判斷，並妥善處理。

上個月澳洲坦沙尼亞研究院教授 Meinke 來農試所參訪，他以創新為題對所內研究人員演講，內容提到基本上整個機構在面對社會變遷的時候，我們必需考慮除了研究以外的事項，例如社會環境面...等問題，所以並不是只有很純粹的技術面向，他們 TIA 正發展並運用 Boundary Organizations 的概念處理相關問題，他們是一個類似我們農試所與各試驗改良場的機構。他們面臨與我們一樣的問題，不只是單純的解決技術問題，還要解決農業面的社會需求，以及農業的需求，未來如何去做比較深層的思考，將我們科技研發的知識與問題結合，其實我們真的需要一些時間去深入探究。

最後，很高興能夠邀請各位貴賓與各場所同仁參與本次的研討會，希望大家能夠妥善的利用這個研討會機制，未來我們會努力延續本研討會，不論是農試所繼續承辦或是各單位輪流主辦，期許在會議中能讓各位同仁了解彼此間的研究重點與成果，也讓領域諮詢專家與各推動小組委員能夠知道同仁們全力以赴認真地執行的試驗研究計畫。謝謝大家！

來賓致詞

陳世銘教授 (領域評議會諮詢委員)：

很高興以領域諮詢委員的身分參加這次的成果研討會。剛剛蔡主秘提到本研討會召開的背景，相信會是一種蠻好的機制，透過這樣成果盤點的研討會機制，可以在很短的時間內，讓大家了解各位研究伙伴已完成及（或）正在進行的研究及推動的工作，這對研究人員來說也是一種很好的互相學習及溝通的機會。今天我很高興看各位同仁最近這幾年來累積的豐碩成果，我們可以進行經驗交流或是意見交換。今天這個聚會是蠻難得的，能夠把相同背景的農業研究同仁聚在一起集思廣義，個人非常肯定這樣的研討會。

方煒系主任 (農業設施工程推動小組召集人)：

首先，很高興今天有機會能來農試所聽大家的成果報告。自從去年接系主任後，公務繁忙實在分身乏術，對於設施工程推動小組召集人的工作並沒有太多時間處理。不過，計畫審查會議我倒是一定會出席，大家應該也清楚我對計畫審查向來直言，純粹希望能夠對各位的試驗研究有點幫助，如果各位感覺過於嚴厲，還請多多包涵。我想今天會場上若是都講客套話，其實就沒有開這個研討會的意義了。相信今天聽到的應該都會是很好的成果以及最真切的建議，謝謝！

盛中德教授 (農業設施工程、農業機械與自動化推動小組委員)：

很高興今天能有這個機會參加盛會，最近在氣候的急遽變遷、農產品市場全球化與強調食安的氛圍下，整個農業的供需產生了一些問題，而這也提供了農業工程、機械與自動化進一步發展的舞臺。但細檢視相關問題的研發成果，必須說相同的問題常常有很多單位同時在處理，卻各行其事，導致資源的浪費。舉例來說，像是青蔥、花椰菜...等作物栽培與收穫機械化，常常是甲單位做，乙單位也做，造成資源的浪費，如果大家有機會去了解各單位彼此在研究什麼，除了避免資源浪費外，也可以進行跨場所合作，或是利用其他場所開發的基礎，再進一步的研發，未來若能強化彼此的協調，不但可減少有限研發資源的浪費，更可大幅提昇研究的步調與成果，我認為這是本次研討會最重要的目的。誠如蔡主秘致詞所時所說，本次的研討會不應該只有今年辦理，應該持續下去，因為它可以使農業工程技術更進一步，透過會議的討論交流也可以提升一個研究員的能力，所以本次的研討會絕對值得參加。

吳柏青副校長(農業機械與自動化推動小組委員)：

主秘、各位農機先進還有工作夥伴你們好，很榮幸可以參加本次研討會。我已經很久沒有參加與農機有關的研討活動，因為近幾年研究領域較偏向食品工程方面。個人感覺這幾年農機領域，尤其是學校與各改良場間的接觸逐漸減少，雖然比較常參與花蓮區與台東區改良場的計畫評審，對於其他各場的比較沒有機會參與。正如同蔡主秘所說，希望大家能藉由本次會議作為開始，加強橫向的聯繫，很高興農試所能辦理本次研討會，不僅能在研發及技術上與相關領域先進切磋學習，更能維繫研究人員間之聯誼。或許一個研討會可能還不夠，若能夠多辦幾場相關研討活動，增加農機伙伴之感情，將可以讓我們的研發能量更提升壯大。謝謝大家。

各推動小組成員暨論文總表

各推動小組成員

推動小組	召集人		執行秘書
農業設施工程	農試所 黃禮棟 研究員	台灣大學 方 煒 系主任	農試所 楊智凱 副研究員
農業機械與自動化	桃園場 邱銀珍 副研究員	農糧署 白灝洲 技 正	桃園場 吳有恒 助理研究員
農業氣象與災害防範	農試所 林木連 組 長	中興大學 申 雍 副院長	農試所 姚銘輝 研究員

農業設施工程推動小組(自辦計畫，5 篇論文)

計畫名稱	計畫期程	研討會論文題目	主要作者	口頭報告
溫室被覆或塗佈材料之光線穿透特性與降溫效能研究	99~101	被覆材料應用於簡易溫室之光線穿透特性與降溫效能研究	黃國祥 (農試所)	●
二氧化碳在設施栽培下瓜果類施肥技術的應用	99~101	設施環控在瓜果類生產之應用及 LED 在草莓生長發育之影響	林福源 (苗栗場)	
短期葉菜植物工廠生產自動化作業系統之開發	100~102	應用 LabVIEW 圖控程式進行溫室環控之研究	楊清富 (台南場)	
溫室微氣候環境監測與結構改善研究	101-102	應用耐風設計規範分析簡易設施結構之研究	張金元 (台中場)	
設施型植物工場生產體系之研究	100~102	植被降溫技術於溫室操作夏季反季節蔬菜生產之研究	向為民 (農試所)	●

農業機械與自動化推動小組(自辦計畫，13 篇論文)

計畫名稱	計畫期程	研討會論文題目	主要作者	口頭報告
田間管理及採後處理機械之研製改良	99-101	植物殘枝粉碎機之研製改良	邱銀珍(桃園場)	●
台中區域作物生產機械化設備之研究	98~101	稻稈擠壓成型機之試驗研究	田雲生(台中場)	●
高效率能源雙向利用系統應用於農產品精緻化調製之研究	98-100	高效率熱泵冷凝乾燥系統應用研究	黃禮棟(農試所)	●
設施栽培無人化多功能載具及導引技術之研發	99~101	設施內自走載具之研發與應用	楊智凱(農試所)	
新型農機研究與性能測定	99-101	近年來新型農機列入計畫補助牌型之應用類別與數量及其列入之年度與性能測定之年度間之時間差異	徐武煥(農試所)	●
蒜瓣去膜機蒜膜回收裝置之研製	99~100	蒜瓣去膜機蒜膜回收裝置之研製	鍾瑞永(台南場)	
節能技術應用於農業生產管理及農產廢棄物再利用之研究	100~102	二維剖面流場模擬應用於溫室設計之研究	李健(台南場)	●
花蓮區農業機械研究與開發	99-102	瓜果種子溫湯消毒機之研發	張光華(花蓮場)	●
產學合作計畫	98 - 99	曳引機附掛式綠肥播種機之研發	施清田(花蓮場)	
花蓮區農業機械研究與開發	98 - 99	連續式種子溫湯消毒機之研發	施清田(花蓮場)	
產學合作計畫	98~100	有機廢棄物處理機之研製改良	施清田(花蓮場)	
農特作物田間管理與收穫後處理機械之研發	99-101	乘坐式果園開溝兼施肥機之研發	鄭仁勝(高雄場)	●
水稻栽培機械之試驗研究	100-101	新型水田中耕除草機試驗研究	黃政龍(台東場)	●

農業機械與自動化推動小組(委辦計畫，6 篇論文)

計畫名稱	計畫期程	研討會論文題目	主要作者	口頭報告
農產廢棄物堆肥化處理機械之研發與改良	97~99	農產廢棄物堆肥化處理機械對果菜廢棄物堆肥化之研究	王豐政教授（中興大學）	●
減低釋迦及鳳梨釋迦運銷損傷之技術系統與研發	97~99	延長釋迦及鳳梨釋迦銷售期技術之探討	吳剛智教授(宜蘭大學)	●
水果儲藏氣調技術自動化監控系統之研發	98~100	氣調儲藏自動化監控系統在釋迦之應用	葉仲基教授(臺灣大學)	●
蔬果收穫後自動化體積分級系統之研製	98~100	以荷姆霍茲共振器為基礎的線上蔬果體積分級系統之研製	程安邦教授(宜蘭大學)	●
太陽能加熱降溫模組之研製	98~100	熱動製冷於農業的應用	黃振康教授（臺灣大學)	●
多功能無人化蔬菜種苗搬運及管理監控系統之建立	99~101	多功能自動化蔬菜種苗載具之研究	謝廣文教授(中興大學)	●

農業氣象與災害防範推動小組(自辦計畫，5 篇論文)

計畫名稱	計畫期程	研討會論文題目	主要作者	口頭報告
北部地區柑桔類果樹寒害預防改善技術開發	100-102	北部地區農業汙染源監測調查	吳信郁(桃園場)	
農業氣象觀測及作物生理動態監測系統之研究	99-101	氣象通量技術在農業氣象觀測上之運用	姚銘輝(農試所)	●
雜草管理對不同期作及氣象環境水稻生產之影響	99-101	模擬溫暖化情境對水稻田雜草相之變化及其管理	蕭巧玲(農試所)	●
農業氣象觀測與氣象災害風險評估之研究	102-104	影響大葉種茶樹日燒症之環境因素	林木連(農試所)	
農業氣象觀測之溫度變化對茶樹生育之研究	99-101	近 10 年來中南部茶區農業氣象之溫度調查與變化趨勢	林儒宏(茶改場)	●

102年度農業工程與自動化計畫成果

研討會論文集

被覆材料應用於簡易溫室之光線穿透特性與降溫效能研究

黃國祥[1], 徐武煥[1], 林木連[2], 姚銘輝[3]

[1]行政院農委會農業試驗所 助理研究員
[2]行政院農委會農業試驗所 研究員兼組長
[3]行政院農委會農業試驗所 研究員

摘要

為試驗簡易設施運用透明塑膠布材料及遮蔭網材料所產生之光線穿透特性與降溫效能，本研究於4棟溫室，以不同的處理加以比較試驗，於2013年8月量測結果顯示，簡易溫室內部光合作用有效輻射量，因塑膠布材料之阻擋而不同，與外界值比較則PEP2塑膠膜降為0.73倍、高折射膜降為0.68倍、PEP1塑膠膜加遮蔭網降為0.21倍、KoolLite降溫膜降為0.42倍。在溫度方面，相較於PEP2塑膠膜，則高折射膜降低1.6℃，PEP1塑膠膜加遮蔭網降低2℃，KoolLite降低4.2℃，所以，使用KoolLite降溫膜應用於簡易蔬菜設施確實有降溫效果，比現行PEP塑膠膜溫室加蓋遮蔭網之模式為佳。

關鍵詞：溫室被覆材料；設施栽培；光合作用有效輻射。

一、前言

國內設施蔬菜產業，為考量成本，以簡易溫室栽培，但於日照強烈時，呈現熱累積現象，設施內部溫度遠較外界高，成為栽培作業之阻力，亦有可能於定植初期傷害作物。因太陽輻射透過覆蓋進入溫室乃最大熱獲得的來源。輻射的進入與否，可以使用遮蔽或反射的方法加以控制（蔡與吳，2010）。施用遮蔭化合物在溫室覆蓋上能降低太陽光譜中負責提升溫室內熱能的紅外線部分(ASHRAE,1978)。於台灣地區曾引進降溫塗佈材料TransPAR遮陰漆並進行塗佈特性試驗試用結果指出，塗佈遮陰漆之溫室內氣溫較對照溫室低，顯示可達到降溫成效，但因台灣屬於多雨環境，施用於溫室屋頂外側之遮陰漆於1個半月左右即失去降溫效果（黃等人，2010）。而且遮陰漆真正的問題在於"完全或無"之遮蔽方式，因其不像遮蔭網一樣在高與低陽光狀況下可關(收網)與開(張網)（蔡，2009）。

目前業者使用加蓋外部遮蔭網為常用模式，但僅使用於栽培定植初期，以免過度遮光影響生長，於蔬菜栽培中期，即需去除遮蔭網。所以，應用可降溫之透光塑膠布應用於溫室，評估其降溫成效與經濟效益，是本試驗目的。

有一種KoolLite降溫膜，與一般pep塑膠膜進行比較，KoolLite特殊膜添加了一種具有珍珠光彩般的色料（與保溫性塑膠膜不同），能選擇性的反射部份NIR近紅外線，據稱最大可降6-7 ℃。另有一種UV2798A高折射膜，由其產品之光穿透曲線可發現，具有濾除部分近紅外線之功效，因此本試驗選用上述2項產品，以及設施蔬菜生產業者常用之遮蔭網，加以試驗比較。

二、材料與方法

選定4棟相鄰而建且獨立分開之簡易蔬菜設施（圖1）進行塑膠布材料及遮蔭網施用之降溫成效試驗，各棟長度12 m，寬度7 m，半圓弧形屋頂，最高處4.5 m。此種簡易溫室以栽種十字花科葉菜為主，於7-8月夏季栽培期間試驗，設施屋頂為密閉，無任何耗能降溫設備，僅將前後門及兩側塑膠布於開啟，但仍有塑膠網，兼具通風與防蟲之效。試驗時溫室環境維持一致並種植相同品項葉菜。

在量測設備方面使用 Decagon 公司之氣象資料收蒐集器（Em50 Datalogger），設施內外裝設溫濕度感測器與光合作用有效輻射計（PAR，μmol/m^2/s）以量測其值並由蒐集器設定每 10 分鐘記錄 1 次數據。為避影響設施栽培作業，蒐集器與感測器安裝於設施內容橫樑，距地高度約 2.5 公尺。整體安裝配置與對應之透明塑膠布材料及遮蔭網材料如圖 2 所示。為配合蔬菜栽培作業，試驗期程規劃如表 1 所列。

三、結果

(一)降溫成效比較

4 種被覆處理包括 PEP2 塑膠膜、高折射膜塑膠布、PEP1 塑膠膜加遮蔭網及 KoolLite 降溫膜，以 8 月 10~12 日（第 2 期量測）之溫度圖（圖 3）為例，在側窗開啟情況下，KoolLite 降溫膜有明顯降溫效果，其效能比可一般 pep 塑膠膜加蓋遮蔭網之處理更佳，若只比較該 3

圖 1 簡易蔬菜設施

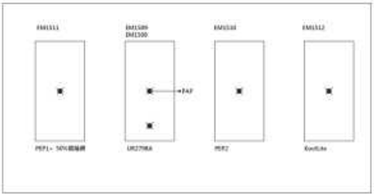


圖 2 試驗配置

表 1 栽培作業與試驗時間規劃

期程	栽培作業	試驗
清園	清除植物殘株四周雜草等	
整地	將地耕鬆做畦	
準備	封閉曬土	
定植	移植穴盤苗（短期葉菜：黑葉白 、青江 、蚵仔白 、翠綠白 、油菜 ）	
定植後	管理與每日澆水	第 1 期：量測 4 棟皆加遮蔭網
定植後	管理與每日澆水	第 2 期：量測 PEP1 棟加遮蔭網，其餘去除遮蔭網
定植後	管理與每日澆水	第 3 期：量測 4 棟皆去除遮蔭網

日中午時間(11~13 時)之平均溫度差異，若只比較該 3 日中午時間(11~13 時)之平均溫度，以 PEP2 為 41℃ ，高折射膜降 39.4 ℃，PEP1 塑膠膜加遮蔭網 39℃，KoolLite 為 36.8℃。而到了夜間，各溫室皆降溫至相同的溫度。

另外本實驗於高折射膜塑膠布溫室裝上2組感測儀器於不同位置，由溫度量測值顯示，即使是4m的安裝差距，溫度值仍有1.4℃差異。事實上以自然通風方式降溫之設施，空氣的對流對於內容溫度亦有影響，所以，離外界不同的距離，溫度亦會有不同的數值。

(二)光合作用有效輻射量比較

圖 4 為光合作用有效輻射量測量值，若只計算 8 月 10 ~12 日中午時間 (11~13 時) 之量測值與外界比較值，則 **PEP**2 塑膠膜降為 0.73 倍、高折射膜降為 0.68 倍、**PEP**1 塑膠膜加遮蔭網降為 0.21 倍、KoolLite 降溫膜降為 0.42 倍，此可解釋 KoolLite 降溫膜並非單純由阻檔太陽光線進入溫室比例而降溫。光合作用有效輻射量的多寡與太陽光的日照強度有關，日照強度亦影響溫室內外溫度，所以，由圖 5 顯示在多雲的天氣，日照強度起伏變化，各試驗溫室內部溫度差異縮小。

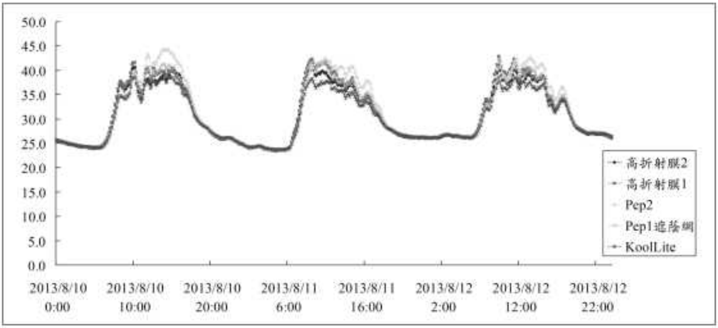


圖 3 不同被覆處理之溫室內部溫度值 (8/10-12 日)

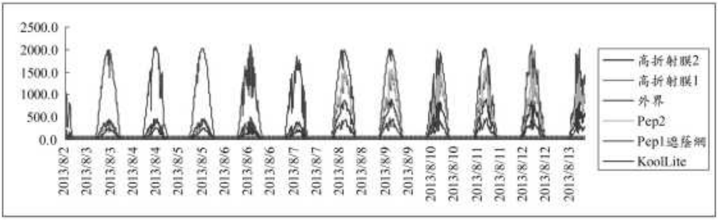


圖 4 不同被覆處理之光合作用有效輻射測量

四、討論

(一)使用 KoolLite 降溫膜應用於簡易蔬菜設施確實有降溫效果，而且並非單純由阻檔太陽光線進入溫室比例而降溫，此模式比現行使用加蓋遮蔭網之模式降溫為佳。

(二)高折射膜無降溫效果，依據其產品標示俱備增加設施進光量之功能，惟目前依照本試驗之設備量測，並未顯示本項功能。但初步試驗於冬季有縮短收穫天數之成效。所以，其所造成之作物生理反應仍須進一步試驗。

(三)由各項塑膠布材料成本比較（表 2），相較於 PEP 膜，高折射膜價格相近，耐用年限皆為 3~5 年，而 KoolLite 降溫膜成本為 4-5 倍，是否值得選用，仍須評估其經濟效益。

參考文獻

1. 黃國祥、蔡致榮、姚銘輝、徐武煥。2011。施用遮陰漆於蔬菜設施之穿透光譜與降溫成效分析。台灣生物機電學會100年年會。論文編號No.F14。
2. 蔡致榮。2009。栽培環境調控與植物健康管理農。出自"2009花卉健康管理研討會專刊"，49-78。台中：農業試驗所特刊第143號。

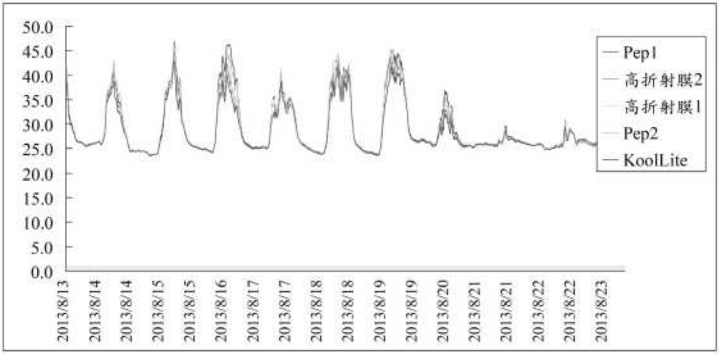


圖 5 第 3 期量測之 8/13-23 連續溫度呈現

表 2 被覆材料價格與使用年限比較

材料	價格比較（每平方米）	使用年限（年）
PEP 一般膜		3-5（年）
高折射膜	略高於 PEP 一般膜 10%	3-5（年）
KoolLite 降溫膜	PEP 一般膜之 4-5 倍	未知
TransPAR 遮陰漆	PEP 一般膜之 60%	1.5-3 月

3. 蔡致榮、吳有恒。2010。農業設施節能技術與系統研發。出自"農業工程與節能減碳學術研討會專刊"，38-69。台中：農業試驗所特刊第150號。
4. ASHRAE, 1978. Application Hand Book, Environmental Control for Animals and Plants, New York, p.16 (Chapter 22).

Light Penetration Characteristics and Cooling Effectiveness for Coating Material Used in Greenhouse

Guo-Shiang Hwang[1], Wu-Huan Hsu[1], Ming-Hwi Yao[2], Mu-Lien Lin[3]

[1] Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2] Senior Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[3] Senior Agricultural Engineer & Division director, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

For the testing light penetration characteristics and cooling effectiveness for coating material used in greenhouse that vegetables Protected culture. This study is to compare different treatment in four greenhouses. In August 2013, the measured results show that Plastic films of different materials to get a different amount of photosynthetically active radiation into the greenhouse. PAP value compared with the outside world is reduced to 0.73 times for PEP2 plastic film, high-refractive film reduced to 0.68 times, PEP1 plastic film with shade net reduced to 0.21 times and KoolLite cooling film reduced to 0.42 times. About the temperature, compared to PEP2 plastic film, then the high-refractive film reduces 1.6℃, PEP1 plastic film with shade net decrease 2℃, KoolLite reduces 4.2℃. So, KoolLite cool film used for greenhouse of vegetable facility does have the cooling effect batter than the greenhouse use PEP plastic film with shade net.

Keywords: Greenhouse covering material, Protected culture, Photosynthetically active radiation (PAR).

設施環控在瓜果類生產之應用及 LED 在草莓生長發育之影響

林福源[1], 張訓堯[1]

[1]行政院農委會苗栗區農業改良場 助理研究員

摘要

利用環控溫室提高濕度，空氣排風增加，降低熱焓， 在高日照下，早上 7 時至下午 6 時， 室內溫度高，越早加濕通風，可有效使設施環控得到良好控制。在夏季高溫之環境，噴霧開 3 分鐘，停 2 5 分鐘、上方側風扇 2 4 " x 2 組及溫控風扇 36"x2 台，用電量約 23 度電，內外溫差最大達 6.5℃(室內溫度濕度 31.3℃、 81.3%，室外溫濕度 37.8 ℃、濕度 49.8%)，但須注意高溫高濕造成植株病害發生所需的防治作業。建置人工介面控制並監控溫溼度及二氧化碳變化之草莓植物工廠。此系統仍可再擴充層架，以進行大量草莓涼溫育苗。在可控制的環境下，配合涼溫、長日及二氧化碳補充，可促進草莓苗營養生長，縮短育苗期，減少病蟲害及降低生產成本。配合低氮及短日涼溫處理，可促進花芽分化整齊度，如配合 LED 補光，則可增加定植前馴化能力的潛力。

關鍵詞：設施、環境控制、人工光源、草莓。

一、前言

台灣地處亞熱帶，屬海島型氣候，夏天溫度高達 35°C 以上，常受高溫、颱風、暴雨之影響，冬季又有低溫之害。夏天溫度超過 35°C 並非少見，設計不當的溫室，在高溫的夏季，溫室內溫度可高達 45°C 以上，這已超出多數作物的容忍範圍，農友只好在夏季休種，造成資源的浪費。為了克服天候對農業之影響，在使用農業設施栽培時，利用節約能源之自動控制儀器、電器等設備，配合作物生長環境的需求進行調控，如此才能達到科技化栽培，企業化經營，也才能在穩定生產條件下有高品質的農產品，滿足消費市場。不同於露地生產，利用溫室生產瓜果類，可藉由控制溫室環境因子以增加產量與提升作物品質；同時，爲獲取更高的經濟利益，種植者更希望利用溫室生產非季節性作物。

臺灣草莓(*Fragaria × ananassa* Duch.)總生產面積在 2011 年為 504 公頃，其中苗栗縣草莓生產面積達 451 公頃，佔總面積之 89%為草莓重要產區，其他地區則為零星栽培，栽培品種以 ‘桃園 1 號’為主。但臺灣冬季短日、陰天及寒流，均影響草莓生育，造成產量與品質降低。尤其傳統春節假期採果旺季，常因為寒流來襲，低溫使果實延後轉熟，遊客無法採收，造成農民莫大損失。利用傳統燈泡進行延長日長或暗期中斷等長日處理，可有效改善草莓生長勢，進而提高產量與品質，然而耗電及環保問題為其最大缺點。LED 具低耗能、壽命長等優點，早已廣泛用於工商業及家庭照明，然而農業上尚處於發展階段，如能廣泛用於農業之補光、日長調節、漁業捕撈或病蟲害防治等，除開拓 LED 之農業用途，更可大幅降低農業電力與生產成本。本計畫利用智慧化 LED 多光域光源調控的方式，設計評估與驗證以紫外光、藍光、綠光、紅光及紅外光等多光調控系統，達到滿足溫室草莓不同成長形態之光照需求，藉以調控溫室草莓的產量與品質。

近年來因受全球氣候變遷影響，露天栽培深受氣候影響，而設施可進行自動化環境控制，或輔以節能光電系統，降低氣候對植株生長之不良影響，故草莓在溫室(如圖一)栽培面積有逐漸增加趨勢，以工廠化規模進行計畫生產已不再遙不可及。

為了創造適合作物栽培的環境，溫室生產無可避免的成為一極度耗能的產業，節能也就成了溫室生產迫切的課題。由於能源是種植者最大成本因素之一，因此提升能源效率以降低溫室生產成本，便成為溫室生產業者獲益的重要的手段。

二、材料與方法

(一) 設施環控

用 VETH 圖作理想條件設定，進行模擬試驗，以達理想邊際效益生產環境之條件設定。組裝串連溫度控制器(TC-72、PT-100)、電磁接觸器與過載電驛組，控制 36 吋大型風扇作設施溫控降溫試驗用。當溫度達到設定溫度值以上啟動風扇，降到臨界值後，關閉風扇。並增設計數器，在 NC 常開點動作時累計記數，協助溫控分析用。

試驗材料:

1. 設施試驗面積 343 平方公尺，體積 1,213 立方公尺之半開放式溫網室。
2. 內有 2 台 36 吋風扇、12 台自然排風扇、11 台 24 吋 5 馬力吸排風扇及 1 台高壓噴霧裝置。
3. 36 吋風扇 2 台，耗電為 1,035 瓦，及噴高壓霧器 1 組耗電為 2,709 瓦。在夏季高溫之環境啟動噴霧系統，設定不同之噴霧啟閉外溫濕度差異與觀察植物生長狀況。

(二) LED 光源

受試草莓品種為"桃園 1 號"，購自大湖地區。種植地點為苗栗縣公館鄉苗栗區農業改良場區，不加溫遮雨棚溫室內，其透光率約 85%。2012 年 10 月 30 日，定植於 7 吋盆內。介質使用等量泥炭土、珍珠石及蛭石混合成的栽培介質，並混入含 10g 12-12-12-4 緩效性肥料作為基肥。視氣候狀況每日每株提供水量。冬季溫度約介於 12~28℃，平均溫度約為 22℃。自然日長為 12~14 小時。每週噴灑窄域油或蘇力菌 4,000 倍藥劑，以防治病蟲害。

於定植後開始進行人工長日處理及各波長不同比率處理，人工長日處理有延長日照(A1)(17:00~19:00)及暗期中斷(A2)(22:00~00:00) 2 種，配合各波長(UV、Blue、Green、Red、IR)(B、C、D、E、F)光輸出比率分別為 0%，50%及 100%，共 18 種組合。燈具與植株生長點距離為 60cm，提供 20 µmolem-2s-1 PPFD 之光源，共 18 種光源組合。調查重要生育性狀、產量及品質數據。調查葉片長寬、葉柄長、花梗長、莖冠粗、果實數、單果重、總產量、果實形狀、果實長寬度、果實顏色、糖度、酸度、硬度等。

三、結果

(一) 設施環控(如圖 1)

進行夏季高溫降溫試驗條件紀錄，日照值分別為室外235 w/m^2，室內82w/m^2。環控設施下室內較室外低3-6℃，濕度高20%，仍須防止高溫高濕造成植株病害發生。噴霧開3分鐘，停25分鐘、上方側風扇24"2組及溫控風扇36"2台，用電量約23度電:內外溫差最大達6.5℃(室內溫度濕度31.3℃、 81.3 %，室外溫濕度37.8℃、濕度49.8%、 內外溫差6.5℃、 內外濕度

差31.5%。日照晴天，白天內外溫度高，相對濕度低。環控溫室提高濕度，空氣排風增加，降低熱焓，可有效降低室內溫度。室內適時加濕，使內外濕度差異大，可有效降低室內溫度。在高日照下，早上7時至下午6時， 室內溫度高，越早加濕通風，可有效使設施環控得到良好控制。採用自動噴灑水與滴灌，進行設施栽培下甜椒施肥技術的應用試驗，在開花結果期，用滴灌可防止落果。

自動灑水噴灌在作物幼苗期為之，在開花結果避免水分直接灑在其上，改為滴灌較理想。因供水充足及高架栽培，養液回收及排水系統需注意。儀控設施，配合溫動自動控制，調控高壓噴霧機及風扇啟閉，在電費及作物生長條件之考量，可取得最佳化狀態。了解溫濕度曲性特性，經由自行配線使用，達到作物生長需求的環境條件。設施室內高溫與高濕，會使作物得病，且溫度超過28℃以上，在作物開花期有嚴重落花、落果。設施內在夏季高溫多濕時，若無水簾強制通風設備，至少必須維持通風，並以遮陰網減少光線進入設施，以避免過多熱量累積於設施內，造成高溫障害。在高溫之設施環境下栽種之蔬果，其開花結果期較田間種植者稍延後。

(二) LED 光源(如圖 2)

日長(A)處理之延長日照(落日後照明)(A1)及暗期中斷(A2)處理，在各種調查項目中，影響之程度極微，經綜合比較，仍以延長日照之處理效果優於暗期中斷處理。

紅光(C)在草莓葉片長寬、葉柄長及葉面積部分影響較大，顯示紅光對於葉片擴張與之葉柄伸長具促進效果。故在促進草莓植株之營養生長，及葉片或葉柄生長，紅光在夜間電照是不可或缺的。然而，經紅光照射者，葉綠素反而最低，這可能是紅光促進葉片擴大，卻造成葉綠素稀釋，故葉面積與葉綠素間存在負相關之現象。藍光(E)對於莖冠之發育有不良影響，故單獨光源並不適用生產紅外光(F)在總果數及果寬部分有促進的效果，顯示紅外光具有改善果實形狀潛力，然而但對於果實硬度及糖度等果實品質則有抑制傾向。紫外光(B)可促進花梗伸長，且對於糖度、果長、果重均有促進的效果。綠光(D)在本試驗多呈抑制之作用，如果寬及果重等負面之影響，但對於第二期果長及總果重則有正面效應，惟尚待後續試驗確定其作用機制。

圖 1 小型玻璃溫室

圖 2 LED 燈

茲就在草莓在設施育苗或生產上，需注意之各項調控因子，針對光照與溫度之需求、養液調控注意事項及加強設施通風降低病蟲害危害等特別說明分述如下:

(三) 光照(如圖 3)與溫度之需求

草莓屬相對短日植物，無論開花及發育均對於低溫及短日敏感。在日長短於 10 小時或涼溫 15-18℃，均可促進花芽創始與分化。在日均溫 24℃以下，日長低於 12 小時可促進花芽分化，但後續花芽發育則以長日較佳。草莓生育限界溫度為 5~30℃，0℃以下及 35℃以上易發生花器障害，根溫 10℃以下生長緩慢，開花期適合溫度為 13-25℃。目前草莓種苗生產以光強度 118 μmol · m^{-2} · s^{-1} 之 T5 光源或 LED 紅光添加 30%藍光及 10%之遠紅光 10 小時，促進育苗期進入花芽分化期生長。若能應用設施在陰暗天或冬季光線不足時進行補光，更有助草莓植株生長與果實發育之效。設施內在夏季高溫多濕時，若無水簾強制通風設備，至少必須維持通風，並以遮陰網減少光線進入設施，以避免過多熱量累積於設施內，造成高溫障害。

(四) 養液調控(如圖 4)注意事項

目前草莓養液栽培無論使用日本大塚、千葉農試配方等，在育苗期或栽培期均可適用。育苗期之養液鹽類濃度EC＜不得超過0.6ds/m ，其餘時期則在1.2~1.8，全期pH值為5.5~6.5時，可獲得良好之生長。但草莓之各生育期氧液配方中 NO_3-N 與 NH_4-N 之最適比率(如8:2-9:1)，以免影響鈣吸收不良，影響花器發育。因草莓栽培經歷育苗營養生長期、花芽分化期、花芽發育期與果實發育期，其轉換期相當快速，各時期所需養份需求也有差異，因此養液之調控相形重要。如育苗期定植初期，養液 pH 值逐漸降低，顯示草莓其喜好銨態氮之特性。但進入花果期又開始上昇，則因生長增加硝酸態氮與其他元素之需求增加所致。目前可利用養液循環方式完全回收養液，減少水分與肥料之浪費，降低環境污染。如能利用可大量元素離子偵測設備，監控養液中實際之主要離子含量，在經由電腦軟體程式蒐集養分變化，並計算與原配方差異，即可快速定出最佳養液調配模式。

圖 3 光照與溫度控制圖

圖 4 養液調控槽

(五) 加強設施通風降低病蟲害危害

草莓重要病害如炭疽病，尤其在露天育苗期常因高溫期大量降水，水滴噴濺造成病害嚴重發生，造成大量草莓苗死亡。利用設施防雨與採用底部灌溉方式，可減少病害孢子噴濺傳播，大幅降低其罹病率。另外，以內循環風扇提供空氣擾動，可減少葉片蒸散阻抗，促進蒸散作用及氣體交換，光合作用提升而增加產量，並有助鈣吸收，增加細胞壁密度，降低病蟲危害與增加果實硬度。良好通風也可降低設施溼度，亦減少病害孢子在葉面停留萌發機率，也有減少蟲害之效。如薊馬、蚜蟲或蟎類等蟲類，在高溫乾燥時孳生快速，利用噴霧增加設施溼度，阻斷其好發環境，配合水份、施肥及病蟲害管理，也可降低其發生率，不僅成本低且效果好。

四、討論

夏季高溫常伴有午後陣雨，全日之溫度、濕度、日照值等高低不一。利用節能感測器，設定控植物生長環境之數值，調控遮陰（雨）棚、風扇、加溫機、噴（除）霧機等，使植物生長條件控制在合宜之範圍內，且可降低能源之損耗，減少勞力之支出。近年來因應氣候變遷，對於節能省碳、環保生態之議題相當熱門，故未來以設施進行草莓之育苗及生產，將不可或缺。設施之改善永無止境，無論在符合綠能、環控監測系統整合、低成本高耐候塑膠布溫室、抗風雨簡易設施設計施作與適合各地為氣候之基礎設計規範，均為吾人可以努力深究的範疇。

人工光源試驗在不同波長及延長日長或暗期中斷處理，會影響植株之型態或果實產量與品質。故未來於植株葉片營養生長期及果實發育期，調整特定光波長比率，在草莓果實生產之產量及品質改善上應具發展潛力。

參考文獻

1. 王慧嫒。2010。環境控制下波士頓萵苣兩階段立體化栽培模式之探討。台北：國立台灣大學生物產業機電工程學研究所。
2. 方煒。2001。自動化植物工廠。農業自動化叢書第十一輯：103-112。
3. 方煒。2002。農業設施環境因子量測與紀錄。台灣糖業股份有限公司訓練中心。
4. 邱偉豪。2009。控制環境內波士頓萵苣立體化栽培之研究。碩士論文。台北：國立台灣大學生物產業機電工程學研究所。
5. 姚明輝、陳守泓、劉嘉仁。2009。農田二氧化碳及水蒸氣通量與氣象因素關聯性。作物、環境與生物資訊 6:87-100。
6. 陳加忠、陳志昇。1994。溫室細霧冷卻系統之開發與性能研究。農業工程學報 40(2)：78-87。

Application of Facility Environmental Control in Fruit Production

Fu-Yuan Lin[1] Hsun-Yao Chang[1]

[1] Assistant Researcher, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

The result indicated hat sprinkling for 3 minutes and off for 25 minutes with two 24"overhead fans and two 36" side fans could decrease the temperature,6.5℃, compared that of greenhouse with outside temperature (31.3℃ and 1.3% humidity in greenhouse, while 37.8 ℃, 49.8% humidity in outside). We suggested that sprinkling was started from the temperature increasing at 7 o'clock in the morning and stopped at 2 o'clock in the afternoon. The total electricity consumption was about 23 KWH per day under this experiment. In addition, the suitable pesticide control was indeed when the disease or pest were occurred. In this study, the strawberry plant factories have built. This could control and monitor the temperature, humidity and carbon dioxide by people-machine interface. Extend the number of the bench on the growth factory was used for mass seedling cold temperature treatment. Under control environment, which could improve the vegetated growth, decreased the disease, insect pest, lower product cost and shorter nursery period by cold temperature with long day-length and carbon dioxide enrichment. Low nitrogen concentration with short day-length and cool temperature could improve the uniformity floral bud induction. The LED supplements has the potential of which increased the acclimation before planting. The results of this study could be used as reference for strawberry factory manufacturing in the future.

Keywords: Facilities culture, Environmental control, Artificial light, Strawberry

應用 LabVIEW 圖控程式進行溫室環控之研究

楊清富[1], 鍾瑞永[2], 李 健[1]

[1]行政院農委會臺南區農業改良場 助理研究員
[2]行政院農委會臺南區農業改良場 副研究員

摘要

為了改善溫室高溫的問題，瞭解環控設備運作情形，並尋求更合理的運轉設定，本研究以圖控程式建立一個圖形介面的溫室環控系統，配合溫室環控設備進行試驗。圖形介面包括環境狀態顯示面板、控制面板及溫室模型面板。透過資料擷取模組擷取感測訊號及傳輸控制訊號，能將量測之溫度、相對濕度、太陽輻射及設備運轉情形即時顯示在圖形介面上，同時將量測值及控制歷程記錄存檔。本研究主要的控制參考為溫室內之氣溫、相對濕度及室外之太陽輻射，並利用截止區機能分別對通風扇、噴霧及遮光網進行控制。試驗結果顯示，溫室內之溫度能調控在略低於室外溫度 1~2 ℃，同時能改善環境狀態變動導致設備反覆開/閉的現象。利用 LabVIEW 圖控程式所開發的環控系統，具有更好的人機互動特性，同時能讓使用者有更人性化的操作介面。

關鍵詞：資料擷取、溫室環控、截止區。

一、前言

近年來利用溫室栽培作物已日益普及，主要原因為溫室可提供作物適合生長的環境，並藉由被覆材料與外界隔絕，能減少病蟲害及農藥施用量，同時降低氣候因素之風險，大幅改善露天栽培的不足。然而溫室內作物的生長與溫室內的微氣候息息相關，調控得宜的溫室環境，才能生產高品質的作物，創造更高的經濟價值。台灣地處亞熱帶，高溫及潮濕使溫室環控面臨更不利的條件。因此溫室普遍存在夏季無法有效降溫的情形，導致高溫逆境影響作物生長，甚至造成生產停頓的窘境。傳統以程序控制為主的環控系統，大都依照既定的步序控制溫室環境，調整控制參數需要透過專業人員才能為之。而且控制歷程的記錄亦往往無從查閱，以致於無法得知環控系統是否將環境調控至最適作物生長的狀態。近年來圖控程式發展蓬勃，已廣泛應用在許多工程領域上。透過內建功能函數使程式設計更簡便，運算執行更有效率，而豐富多元的圖像使操作介面更具視覺效果。本研究以圖控程式的架構進行溫室環境控制，開發圖形化的控制介面，能隨時檢視溫室的環境狀態、調整控制設定，同時能記錄控制狀態及歷程。經實際測試，控制系統具有很好的雜訊抑制能力，能依照程式設定自動進行環境監控。

二、材料與方法

(一) 試驗設備

1. 試驗溫室為本場精密溫室，長 16mx 寬 9.6mx 高 3.5m，被覆材質為玻璃。
2. 溫室環控設備包括：負壓風扇 2 台，通風量 550 CMM；外遮光網，50%黑網；內遮光網，鋁箔織布；噴霧系統，壓力 250 psi，配置 45 個噴頭。

3. 感測器包括：溫濕度傳送器，Range 0-100 ℃，0-100% RH；Solar Radiation Sensor，Range 0-1500 W/m^2。
4. 環境控制系統包括：NI 3U PXI 機箱(PXI-1031)；嵌入式控制器(PXI-8110) ；類比模組(NI PXI-6251)；訊號接線盒(TB-2706)。

(二)本研究之控制程式以 National Instruments LabVIEW 8.6 軟體撰寫。

(三)試驗設計

1. 溫室環控模型及感測訊號

本研究透過感測外界之溫度、相對濕度、太陽輻射量，及溫室內之溫度、相對濕度，建立基本環境資訊。經程式運算比較後驅動對應的降溫設備(通風扇、遮光網及噴霧)，使溫室內溫度、相對濕度能漸近的控制在設定的範圍內，環控模型如圖 1 所示。

2. 訊號轉換及輸入/輸出

(1) 類比訊號輸入

溫濕度傳送器輸出訊號為 4~20 mA，利用轉換電路將電流轉換為電壓源，並將電壓訊號接至類比輸入通道，再透過公式轉換成溫度(℃)或相對濕度(%)。太陽輻射感測器的輸出訊號為 0-2.5 V，將電壓訊號接至類比輸入通道，再透過轉換公式轉換成太陽輻射量。

(2) 數位訊號輸入

內、外遮光網張網、收網是藉由觸發極限開關產生開或關的數位型態訊號。因此能透過數位輸入通道讀取該訊號，使控制系統能辨識遮光網的狀態。

(3) 數位訊號輸出

控制模組數位訊號輸出無法直接驅動大型設備，透過固態繼電器即可以小訊號去驅動大負載設備。本研究以數位訊號輸出控制的設備包括，負壓風扇、內、外遮光網、噴霧主機、內循環風扇等。

3. 溫室環控前置面板(Front panel)

圖形介面如圖 2 所示，環境狀態顯示面板將外界之溫度、相對濕度及太陽輻射量以量錶顯示量測值。控制面板則包含控制模式選擇、手動開關及日期時間顯示。溫室模型面板以溫度計圖像顯示溫度及相對濕度，並利用指標滑控器代表內、外遮光網，並顯示其收網/張網的狀態。前置面板並配合程式執行，則無論是環境狀態或控制狀態均能清楚顯示在螢幕上。切換成自動模式則由電腦依程式及設定自動進行監控。

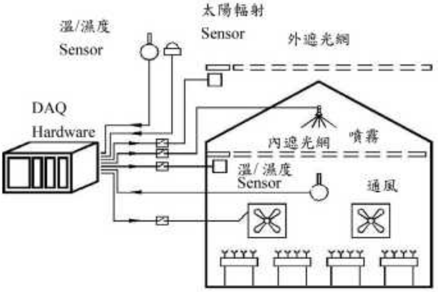


圖 1 溫室環控模型

4. 控制方法

本研究採用截止區機能控制溫室之通風、噴霧及遮光網。截止區機能控制的原理如圖 3 所示，主要是利用上、下限進行控制。當狀態值未達上限之前，控制處於 OFF 狀態，一旦狀態值達到上限則控制立即躍升為 ON 的狀態。之後即使狀態值低於上限，控制仍然保持在 ON 的狀態，直到狀態值降至下限，控制才回復為 OFF 的狀態。

三、結果

(一) 由太陽輻射感測器量測結果，可看出太陽輻射受雲層干擾會造成劇烈的變動，從變化的趨勢亦可得知，太陽輻射量的最大值出現在中午時刻。大氣溫度在日出前達到最低值，而相對濕度也在日出前達到最高值。

(二) 本研究以太陽輻射量做為控制遮光網的參考值，截止區分別設定內遮光網的上限為 900 W/m^2，下限為 750 W/m^2。外遮光網的上限為 1100 W/m^2，下限為 950 W/m^2。試驗結果程式能依設定值自動驅動內，外遮光網進行遮光。

(三) 本研究以溫室內氣溫做為通風扇的控制參考，截止區設定上限為 30 ℃，下限為 28 ℃。並以室內相對濕度做為噴霧的控制參考，截止區設定上限為 50%，下限為 75%。檢視控制歷程，程式執行結果完全符合控制設定。

(四) 由量測數據及控制歷程，可看出控制系統啟動通風扇及噴霧，能將溫室內之溫度調控至略低於室外溫度 1~2 ℃。

四、討論

(一) 遮光網控制

本研究以太陽輻射量做為控制遮光網的參考值，程式執行結果如圖 4 所示。太陽輻射量首次在上午 09:24 達到 944 W/m^2，因此程式自動驅動外遮光網。由圖中亦可計數外網總共張開 7 次。太陽輻射量在上午 11:24 達到 1218 W/m^2，因此程式自動驅動內遮光網，圖中可看出內網總共張開 3 次。

(二) 通風扇及噴霧控制

本研究以溫室內氣溫做為通風扇的控制參考，溫室內相對濕度做為噴霧的控制參考。程式執行結果如圖 5 所示，溫室內氣溫直到下午 07:48 才降至 28 ℃，通風扇也在當時停止運轉，而在隔日上午 07:20 溫度達到 30 ℃通風扇再度啟動。溫室內相對濕度直到下午 07:51 才升至 76%，噴霧也在當時停止，而在隔日上午 09:51 溫室內相對濕度降至 50%，噴霧再度啟動。

圖 2 溫室環控系統前置面板

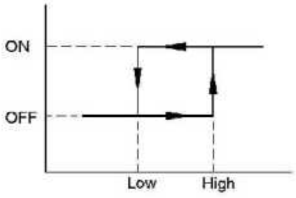


圖 3 截止區

(三) 量測數據及控制歷程

圖 6 為溫室內、外之溫度、相對濕度量測數據及控制歷程。從圖中可看出，控制系統啟動通風扇及噴霧，會使溫室內之溫度略低於室外溫度 1~2 ℃。而遮光產生的降溫效果並不顯著。

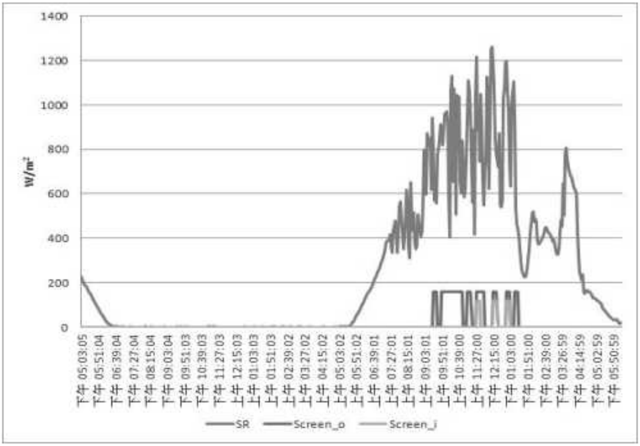


圖 4 太陽輻射及遮光網控制

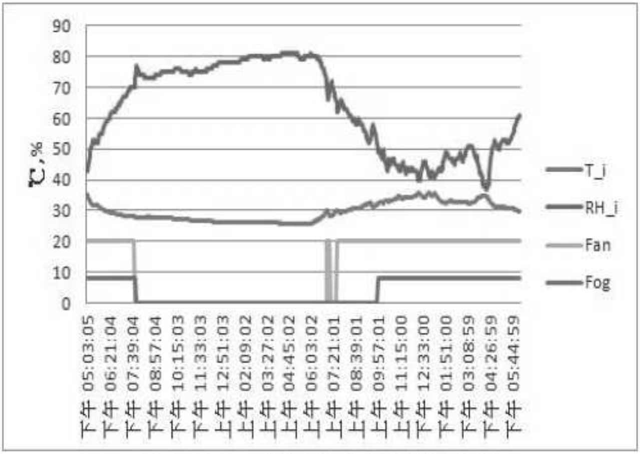


圖 5 溫室內溫度/相對濕度及通風/噴霧控制

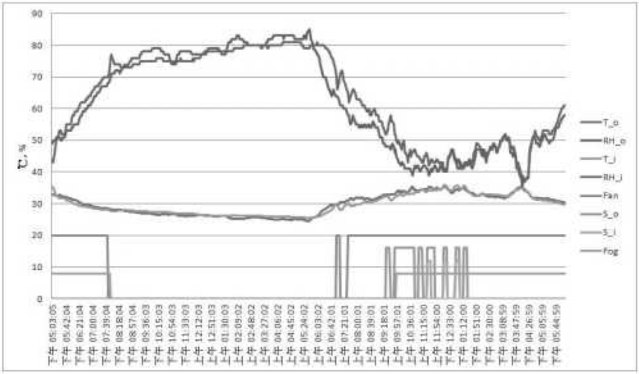


圖 6 量測數據及控制歷程

參考文獻

1. 林俊宏、莊智元、韓威如、蕭子健。2005。硬體介面專題製作 LabVIEW 7X。高立圖書有限公司。
2. 周靜娟、吳明瑞、顏培仁。2004。圖控程式與自動量測使用 LabVIEW 7.X。全華科技圖書股份有限公司。
3. 陳加忠。2008。溫室微氣候溫度模式-數學、物理與農業之一。中興大學生物系統工程研究室。
4. 楊清富、鄭榮瑞、鍾瑞永、林子傑。2010。短期葉菜類生產自動化作業系統之開發。2010年農業機械工程研討會論文。
5. 蕭子健、王智昱、儲昭偉。2007。虛擬儀控程式設計 LabVIEW 8X。高立圖書有限公司。
6. Cecilia Stanghellini, Taeke de Jong, 1995, A Model of humidity and its applications in a greenhouse, Agricultural and Forest Meteorology 76(1995) 129-148.
7. Christian von Zabeltitz, 2010,Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates-Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control. Springer Heidelberg Dordrecht London, New York.
8. National Instruments, 2008, DAQ M Series User Manual, National Instruments Corporation.
9. P.G.H. Kamp, G.J. Timmerman, 2002, Computerised Environmental Control in Greenhouse a step by step approach. IPC Plant.Dier Edw,The Netherlands.
10. T.Boulard, A. Baille, 1993, A simple greenhouse climate control model incorporating effects of ventilation and evaporative cooling, Agricultural and Meteorology, 65(1993)145-157.

The Application of LabVIEW Program on Greenhouse Environmental Control

Yang, C. F.[1], J. Y. Chung[2], C. Lee[1]

[1] Assistant Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Associate Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

In order to improve the high temperature problem inside the greenhouse, and to search for a more reasonable method on operational settings of equipments, this research established a graphic interface of greenhouse environmental control system by using LabVIEW software. The graphic interface includes the display panel of the environmental condition, and control panel of the greenhouse. The system can display temperature, relative humidity, solar radiation and the operational states of equipments, and save the history of the measurements and control into a recording file. The system uses data acquisition hardware to grab measurement signals from transducers, and to send the control signals to drive external devices. The major control criteria of this research are the temperature inside the greenhouse, relative humidity and solar radiation of the outside. Also, we processed the control for ventilation, fogging and shading of greenhouse by adopting dead zone function. The result showed the temperature inside the greenhouse was lower than outside temperature in 1~2 ℃,and reduced the frequency in repeatedly ON-OFF operation of the equipment. The program for environmental control of the greenhouse was developed by using LabVIEW software . It has a better human-machine interaction characteristic, and much friendly to user.

Keywords: Data acquisition, Greenhouse environmental control, Dead zone

應用耐風設計規範分析簡易設施結構之研究

張金元

行政院農委會臺中區農業改良場 助理研究員

摘要

臺灣地區已廣泛使用溫室進行花卉及蔬果作物栽培，然地理環境影響常有強風侵襲，對於結構耐風能力不足情況下，常使設施損壞，因此適度提昇設施結構耐風能力，降低固定資本之損失。本研究以建築物耐風設計規範及有限元素分析軟體，進行溫室結構耐風能力分析，作為適度耐風能力提升之設計參考，以對照組及補強模組進行分析，結果顯示，內部無橫向桿件支撐外部結構情況下，在承受側向風力作用時，僅由主骨架組及桁條向骨架所承受，變形量皆較補強模組為大，而內部增加補強結構時，三種補強模組之試驗結果顯示，V 形補強模組變形量為最低，抑制幅度可達 39.3 %，山形模組為三種補強模組中次低，抑制降幅約 33.4 %，倒 T 形模組，抑制降幅約 20.9 %，為補強模組中最低，三種溫室設施內部補強模組，可分擔及傳導受風應力，並且可提升溫室結構整體的鋼性，減少骨架位移的發生，皆可有助於耐風能力的提高。

關鍵詞：溫室、結構、颱風、有限元素法

一、前言

臺灣地區受颱風侵襲機率高，常造成農損，近年來已廣泛使用設施進行栽培，排除不利作物生長之環境因素，而目前國內溫室結構形式多樣，常見之設施型式主體骨架係以管材搭設而成，以塑膠布覆蓋於結構外部，具構造簡單、搭設容易等優點。為瞭解結構受風時，各處之應力應變情況，本研究利用結構分析軟體與建築物耐風設計規範，進行臺灣地區常用之溫室設施結構在受風時之節點應力分析，探討適度提昇設施結構耐風能力之方法，以降低固定資本之損失。

二、材料與方法

(一)溫室結構形式

溫室外型尺寸為屋高 3.55 m、跨距 6 m、屋脊高度 1.8 m、圓拱高度 1.75 m，棟長向長度 20.8 m，具有九組桁條向骨架，主體骨架之管材外徑為 φ= 29.4 mm、厚度 2 mm，主骨架組間距為 0.65 m，並於溫室前、後向之左側及右側處安裝斜撐，管材為一般常用之鍍鋅鋼管，設定為對照組，實際搭建情況如圖 1。由兩支圓拱鍍鋅鋼管與連接套管組裝成一組拱型主骨架組，再以彈簧夾或三通夾片等接合零件與桁條向骨架連接固定，為地上部之固定方式，而拱型主骨架組與地下部之固定方式分為混擬土基礎柱或直接插入土壤中壓實兩種方式，後再以鋼索拉緊骨架結構，使主體結構能以抵抗向上拉拔力及側向風壓力。

(二)分析軟體

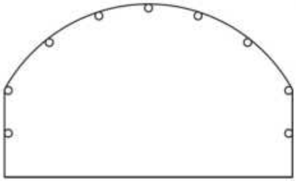
本研究藉由有限元素軟體(ANSYS)分析溫室設施結構，觀察各骨架桿件受力後之變化情況，分析軟體為 ANSYS Workbench 14.0 版本，軟體分析三個步驟分別為前處理、計算分析、後處理。建立分析模型時，首先需將溫室設施結構簡化，由骨架結構之各節點相對位置建立座標 (x,y,z) 系統，輸入至 ANSYS 軟體，以建立各節點，組成一點架構，再將各節點以線連接，而組成一線架構模組，經由線架構指定管材尺寸，以形成主體模型，而各節點及線架構再依據實際狀況設定邊界條件及受力方式，完成溫室設施分析模型建模。

溫室設施結構由管材組裝完成，分析前須先設定機械材料特性，由軟體中內建之材料參數給定彈性係數 E = 210 Gpa (Elastic mosulus,E) 、蒲松比 ν= 0.3 (Possion's,ν)、材料密度 ρ= 7850 kg/m^3 (Density,ρ)、體積彈性模量 Bulk modulus= 175 GPa、剪力模數 Shear modulus= 80.77 GPa、拉伸降伏強度 Tensile Yield Strength= 250 MPa，單位系統為 SI 制 (m、s、kg、N) ，網格尺寸則選用軟體內建之 Medium 級數。邊界條件設計時，因管件係以相關接合零件相互連接，以及基礎部係以混擬土或直接插入土中方式固定，為簡化分析流程，分析時係將各個接合處視為固定接點。

(三)數值分析方法

數值分析模式係採用建築物耐風設計規範(內政部營建署，2006)，進行溫室設施結構受風強度分析，因溫室係由外部被覆物如塑膠膜、玻璃等材料包覆，風壓力係經由外部被覆物傳遞至主要結構骨架系統所承受，而各部受力情況與結構外形有關，須以模型縮尺及風洞模擬試驗求得牆面與屋頂之外風壓係數，再與風壓力公式求得各部受力情況，本文參考建築物耐風設計規範文中之拱形屋頂外風壓係數 Cp，使用於主要風力抵抗系統計算使用，設定每區段骨架為受力單元及其受力大小。

為避免強風吹垮溫室設施，多施以密閉措施，避免風吹入主體結構內而造成破損，因此分析時將建築物視為封閉，故設施內部無風壓量，簡化後之風壓力公式為 P = qGCp，風壓力 P(kgf/m^2)分別為風速壓 q(kgf/m^2)、陣風反應因子 G 及風壓係數 C 之乘積，其中在一般地區之普通建築物陣風反應因子 G = 1.77，整理後式為 P = 1.77 qCp。


對照組

實際搭建情況

圖 1 對照組實際搭建情況

(四)補強模組

本研究以臺灣地區常用之結構形態建模，結構管材以圓形鋞管材搭建，內部無補強管件設定為分析對照組，並設計倒 T 型、V 型、山型之三種補強模組進行施作及建模，探討補強模組對於結構受力之耐風能力，補強模組配置情況如圖 2。

三、結果

(一)溫室設施受風之變形量

溫室設施結構內部無補強管件之分析結果顯示，以中央位置之主骨架組頂部處計算變形量為 40.7 mm，觀察結構受力時之動態畫面發現，在承受側向風力作用時，僅由主骨架組及桁條向骨架所承受，內部無橫向桿件支撐外部結構情況下，變形量皆較補強模組為大，並且對於長度越長之溫室設施，受風面積越大，其應力負荷將越高，變形量也隨之越高，而當內部增加補強結構時，變形量則可有明顯之降低。本研究所設定之三種補強模組，試驗結果如表 1 顯示，以 V 形補強模組變形量 24.7 mm 為最低，抑制幅度可達 39.3 %，顯示結構耐風能力可提升達四成；而山形模組，在本試驗分析中變形量為 27.1 mm，抑制降幅約 33.4 %，為設計之三種補強模組中次低；常見之倒 T 形模組，在本試驗分析中變形量為 32.2 mm，抑制降幅約 20.9 %，為設計之三種補強模組中最低。三種溫室設施內部補強模組，可分擔及傳導受風應力，並且可提升溫室結構整體的鋼性，減少骨架位移的發生，皆可有助於耐風能力的提高。

(二)用鋼量

探討補強模組之用鋼量，試驗結果如表 2 顯示，V 形用鋼量為 3,685 kg，為全部補強模組中最高，若以鋼量增幅計算，搭建成本將增加 6.3%之材料費用;採用山形補強模組，用鋼量為 3,592 kg，鋼量增幅為 4.3 %，可得到最佳之耐風能力效果，而採用 V 形補強模組，用鋼量為 3,610 kg，鋼量增幅為 4.9 %，可得到次佳之耐風能力效果，補強模組之變形量及用鋼情況如表 2 顯示。

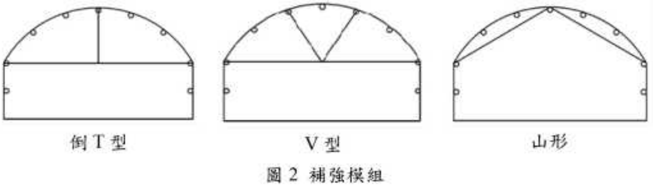


圖 2 補強模組

表 1 溫室結構補強模組骨架變形量

結構補強模組	骨架變形量	抑制幅度
對照組	40.7 mm	-
倒 T 形	32.2 mm	20.9%
V 形	24.7 mm	39.3%
山形	27.1 mm	33.4%

(三)補強模組效益分析

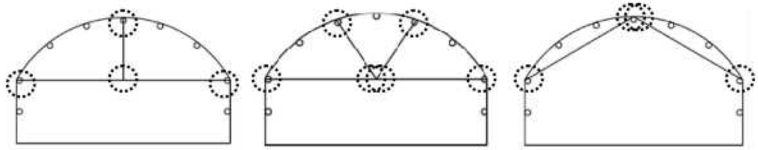
結構補強模組對於組裝及備料越容易，其建置成本越低，在管材備料部分，山形模組僅需使用相同長度管材兩支，而倒 T 型及 V 型模組則需兩種不同長度之管材各一支，而在組裝部分，山形及倒 T 型模組僅需固定四處位置，V 型結構則需固定六處位置，並且固定時係以夾片及螺絲加以鎖固，使用螺絲鎖固將造成管材於鑽孔處降伏應力下降，進而使溫室結構強度有降低之疑慮，管件長度及固定方式如圖 3 顯示，補強模組實際搭建情況如圖 4 顯示。

四、討論

溫室設施係建造於農田上，因此地基基礎可承受的負荷量與其農田土壤質地有關，當溫室設施承受風力負荷作用時，由主體骨架承受著交互作用的風壓力及拉力，其中，風壓力經由骨架承受並傳遞至地基基礎，而風拉力則係由骨架抵抗風力而拉引地基基礎，因此，當達骨架降伏強度時，將發生彎曲、斷裂等破壞情況，而當拉力大於結構自重、地基基礎容許抗拉應力等結構抵抗應力時，則設施將被風吹起毀損疑慮。分析結果中以對照組之內

表 2 溫室結構補強模組骨架變形量及用鋼情況

結構補強模組	用鋼量	鋼量增幅	鋼量增幅
對照組	3,442 kg	-	-
倒 T 形	3,610 kg	168	4.9%
V 形	3,658 kg	216	6.3%
山形	3,592 kg	150	4.3%



倒 T 型　　V 型　　山形

圖 3 管件長度及固定方式示意圖

倒 T 型　　V 型　　山形

圖 4 補強模組實際搭建情況

部無補強結構型式，為分析模組中耐風能力最低，在應用於受風地區，需適度加強結構強度，以避免結構損壞，而本研究中所設定之補強模組，在耐風能力皆有其補強效果，其中以 V 形結構之模組有相對較佳之耐風能力，惟建構成本亦是分析模組中最高。軟體分析時，係以設定穩態之風向及風力，有別於強風侵襲時，為壓力拉力交互作用之動態風向風力，因此溫室結構仍存有損毀之風險及疑慮，除進行溫室結構補強外，搭配強風來臨前的防颱措施，將有助於降低結構損毀機率。而溫室整體外型上大致相同，惟內部主骨架組間距、桁條向骨架數量、管徑厚度及外徑等因素會影響結構強度，後續可持續針對不同建構方式在耐風能力之比較分析。

參考文獻

1. 內政部營建署。2006。建築物耐風設計規範及解說。台北。

Studies on the Improvement of Wind Resistance Capacity of Taiwan Greenhouse

Chin-Yuan Chang

Assistant Agricultural Engineer, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

Greenhouse is widely used to grow crop, Low wind-resistance capacity may be damaged by gale in Taiwan. To improve the structural resistance of the greenhouse to reduce the natural disaster loss. In this study, TAIWAN CPAMI greenhouse structure specifications were included in the analyses of wind-resistant performance of greenhouse. Three improved design models and a control structure was under comparison, the deformation of the control structure was high deformation. Deformations of the three improved type : T-type, Hill-type, and V-Type, V-type obtained the best wind-resistance capacity, The restrain of deformation was 39.3 %. Hill-type obtained the second lowest wind-resistance capacity was 33.4 %. T-type obtained the Lowest wind-resistance capacity was 20.9 %.

Keywords：Greenhouse、Structure、Typhoon、Finite element method

植被降溫技術於溫室操作夏季反季節蔬菜生產之研究

王毓華[1], 姚銘輝[2], 向為民[3]

[1]行政院農委會農業試驗所 副研究員
[2]行政院農委會農業試驗所 研究員，通訊作者
[3]行政院農委會農業試驗所 研究員

摘要

國內設施蔬菜生產，主要的問題在於夏季高溫造成作物生理障害。本研究利用冷卻系統調節根域以及植被的溫度；期能於夏季高溫期間以最少的能量投入，於溫室內生產高品質蔬菜。茼蒿為目標作物，其夏季栽培有提早抽苔開花與頂燒等生理障害現象。

本計劃由 101 年 6 月起至 102 年 7 月止共進行八期作的蔬菜層架立體栽培試驗。人工光源補光，於中、下層間，光照最高可達 500-600 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，第四期作起，光照控制在 200 μmol-m^{-2}-sec^{-1}。第一至第四期作，作物群落周圍溫度，日間高溫控制在 25-30℃之間，根箱內溫度至第四期作之後可穩定控制在 23-26℃之間。

試驗結果顯示溫室內之自然光照受氣候影響極為不穩定，第一期作平均值約為 500 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，第二期作受陰雨影響，自然日照明顯不足，其產量與補光處理間，顯著性差異存在；補光處理明顯提高單株重量。第四期作起，第二層及第三層補光處理的日間光照穩定調整在 200-300 μmol-m^{-2}-sec^{-1} 之間。第四、五、六期作以 T5 燈管補光下植株生育情形最佳，單株重最大、側芽數多；LED 補光次之、自然光照最差。

關鍵詞：設施蔬菜栽培、立體層架栽培、溫室環控。

一、前言

台灣由於日照、溫度和雨量等氣候條件的不穩定，蔬菜的供應量常因季節性或環境異常的災害，導致供需失衡；市場價格的波動劇烈。具有防雨功能栽培蔬菜的溫網室現約 200 公頃，應有大幅增加的需求；惟夏季熱累積問題嚴重且高溫障害的對策技術仍未確立。

國內設施蔬菜產量仍遠低於先進國家之溫室產能，例如康乃爾大學溫室水耕栽培萵苣產量的 68 kg/m^2/year 以及荷蘭溫室番茄產量的 76.2 kg/m^2/year。提高單位面積產能的研究方向，不外由提高栽培密度與生長速率著手；也就是針對降低逆境、提高光合作用效能、立體化栽培、密植與週年生產等建立關鍵技術。荷蘭溫室環控技術著重的範圍有：空間有效利用、離土栽培、溫室環控工程、高產量品種。日本的植物工場技術的發展則朝向低成本環控技術與離土養液栽培。

本研究之目的在於開發節能型的作物群落降溫方法，侷限 20-30cm 範圍之控制，以期達成節能降溫之需求且確保蔬菜於高溫逆境下的生產；以立體化栽培、人工光源補光、以及二氧化碳施放等工廠化生產技術，增加設施蔬菜單位面積的年產量。研究團隊於民國 101 間建立三層栽培層架之試驗平台，進行茼蒿周年栽培技術研發；自夏季高溫期(6 月)開始連續進行 8 期作茼蒿栽培試驗，以根溫箱方式控制作物群落(canopy)之溫度、以 T5 螢光燈管及 T8 LED 燈管補光，且於光合作用旺盛時添加二氧化碳，觀察作物之生育與產量。

二、材料與方法

(一) 層架式研究平台

水牆風扇塑膠布溫室中，以三層栽培架兩座作為植物工廠栽培之主體(圖 1)，以根溫箱方式種植葉菜類作物，根溫箱內置冷排管控溫，溫度控制以作物群落(canopy)之溫度計測值為基準。濕度未作控制，濕度於白天在 70-80%，夜間則在 85-95%之間。

最上層為自然光照，第二層及第三層則以人工光源補光。光源有兩種，T5 螢光燈管及 T8 LED 燈管，每一層架共有四個燈盤，每一燈盤裝置 9 支 120 公分長的燈管， 燈盤可隨作物生長調整高度。第二層及第三層亦施放二氧化碳，由純氣體鋼瓶提供；僅在早上 9-11 點間，蔬菜葉片光合作用旺盛時添加。施放時於層架兩側放下塑膠布帷幕隔離，純二氧化碳經與外界空氣混合成固定濃度(800 ppm)，再經由管線在作物群落間施放，並由風扇擾動使空氣均勻，停止施放之同時升起帷幕。

圖 2 為不同層架所配置之感測器，裝置於層架中間位置，並連結於資料收集器(data logger)，每 10 分鐘記錄一次。同時於層架上方裝置攝影機，經由影像資料分析覆蓋率，以建立不同葉菜類蔬菜之作物生長曲線，作為栽培管理及施肥控制的參考依據。

(二) 夏季茼蒿立體栽培之研究

10 年 6 月開始連續進行 8 期作茼蒿栽培試驗，第一期作以 T5 燈管為光源，惟生長期間中、下層光照(PAR)僅達 100-200 μmol-m^{-2}-sec^{-1} 之間，與目標值 500 μmol-m^{-2}-sec^{-1} 之差異太大。第二期作調整螢光燈管支數並另設 T8 LED 燈管處理，光度控制可達 500-600 μmol-m^{-2}-sec^{-1}。

各期作茼蒿栽培試驗研究說明如下：

1. 第一期作以裂葉茼蒿和圓葉茼蒿為試驗材料，第二期以後圓葉茼蒿為試驗材料；層架之第二、三層採人工光源補光，最上層為自然光照。試驗採 CRD，三重複。穴盤育苗後移植至層架，泥炭土介植栽培，每盆 1 株，並以養液滴灌方式管理。每重複逢機採收 10 株，調查單株重、株高、株寬、葉數、側芽數，並選取最大葉片，測量葉長及葉寬。
2. 播種、定植及採收日期：第一期作 6 月 1 日播種，6 月 18 日定植，7 月 5 日採收，第二期作 8 月 1 日播種、8 月 13 日定植、9 月 5 日採收，第三期作 9 月 10 日播種、9 月 26 日定植、10 月 15 日採收，第四期作 10 月 8 日播種、10 月 24 日定植、11 月 13 日採收。第五期作自隔年(102 年)2 月起每隔 2 個月播種一次。

圖 1 層架式研究平台之佈置

圖 2 研究平台不同層架感測器之配置。

三、結果

第一期作栽培層架之中、下層光照(PAR)不足，僅在 100-200 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，應為單株產量最主要的影響因子。第二期作中、下層之 PAR 可達 500-600 μmol-m^{-2}-sec^{-1} (圖 3)，根箱內與作物植被溫度如圖 4；第四期作光照控制在 200 μmol-m^{-2}-sec^{-1} 之間(圖 5) ，根箱內與作物植被溫度如圖 6。植株園藝性狀調查結果如表 1-6 所示。

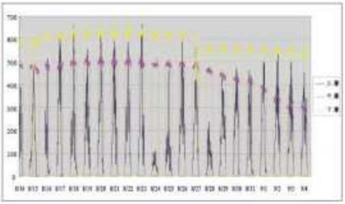


圖 3 研究平台第 2 期作不同層次光照(PAR, μmol-m^{-2}-sec^{-1})分布。

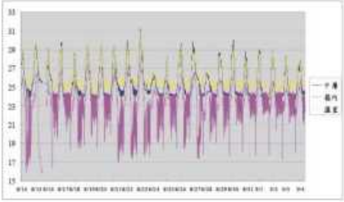


圖 4 研究平台第 2 期作根箱內與作物植被溫度(Degree C)分布。

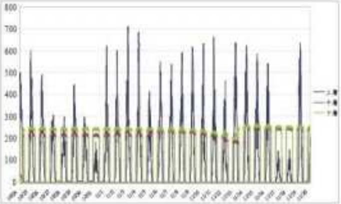


圖 5 研究平台第 4 期作不同層次光照(PAR, μmol-m^{-2}-sec^{-1})分布。

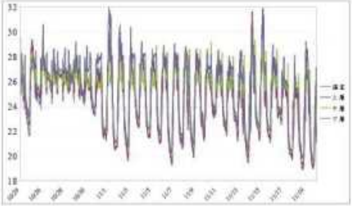


圖 6 研究平台第 4 期作作物植被溫度(Degree C)分布。

表 1 裂葉茼蒿及圓葉茼蒿於不同補光處理下植株園藝性狀(第 1 期作 ^{z})

補光處理	單株重 (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉數	側芽數	葉長 (cm)	葉寬 (cm)
裂葉茼蒿							
自然光照	21.7±3.4	17.9±3.0	21.3±2.2	18.6±2.8	15.1±2.2	14.1±2.1	5.4±0.8
T8 補光(第二層)	6.8±4.2	10.4±3.3	18.1±4.6	16.6±3.6	5.8±4.8	10.3±2.5	3.9±2.1
T8 補光(第三層)	6.4±3.2	7.7±3.0	17.9±4.1	15.5±3.5	4.9±3.6	10.9±2.1	3.6±0.9
圓葉茼蒿							
自然光照	23.0±5.3	5.6±3.7	27.2±3.4	11.8±1.7	1.6±3.6	15.5±1.7	7.7±1.1
T8 補光(第二層)	7.0±3.5	3.4±2.0	18.5±3.8	10.0±1.7	0.2±0.6	11.3±2.0	4.3±1.0
T8 補光(第三層)	6.4±2.9	3.5±2.9	19.0±4.5	10.1±2.1	0.6±1.7	10.9±1.6	4.2±1.1

^{z}播種：101 年 6 月 1 日、定植：6 月 18 日、採收：7 月 5 日, mean ± SD

表 2 圓葉茼蒿於補光處理下植株園藝性狀(第 2 期作 z)

補光處理	單株重 (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉數	側芽數	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	SPAD
自然光照	22.1±4.8	12.2±2.3	23.9±3.7	14.3±1.3	1.1±1.4	15.7±1.9	7.4±1.0	26.0±4.0
LED 補光(第二層)	39.7±1.5	11.0±1.6	23.2±3.1	15.5±3.5	3.8±1.5	14.6±1.3	8.5±3.2	32.5±3.7
LED 補光(第三層)	40.8±6.7	11.8±2.8	23.2±2.4	16.3±1.6	3.4±1.4	14. 6±1.4	7.8±1.2	32.5±3.3
未補光(第二層)	5.8±3.2	8.4±1.7	17.5±4.1	9.9±1.7	0	10.8±2.4	3.5±0.8	20.5±2.5

z 播種：101 年 8 月 1 日、定植：8 月 13 日、採收：9 月 15 日

表 3 圓葉茼蒿(1 株/盆)於不同補光處理下植株園藝性狀(第 3 期作 z)

補光處理	單株重 (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉數	側芽數	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	SPAD
自然光照	27.9±1.2	10.4±0.4	23.8±0.9	12.5±0.3	2.3±0.4	16.4±0.3	7.5±0.3	26.0±0.6
LED 補光(第二層)	32.6±1.4	8.9±0.5	23.7±0.6	12.9±0.9	3.8±0.6	14.3±0.4	7.8±0.4	31.8±1.2
LED 補光(第三層)	29.7±1.2	8.5±0.4	23.5±0.5	12.6±0.3	2.6±0.3	13.4±0.3	7.4±0.2	34.4±0.7
T5 補光(第二層)	28.6±1.7	8.8±0.4	22.2±0.6	12.4±0.6	2.7±0.4	13.8±0.5	8.1±1.1	32.6±0.8
T5 補光(第三層)	30.7±1.7	8.5±0.4	23.0±0.6	12.6±0.5	4.0±0.5	13.9±0.4	8.3±1.0	31.7±0.9

z 播種：101 年 9 月 10 日、定植：9 月 26 日、採收：10 月 15 日

表 4 圓葉茼蒿於不同補光處理下植株園藝性狀(第 4 期作 z)

補光處理	單株重 (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉數	側芽數	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	SPAD
自然光照	20.4±1.7	7.5±0.3	22.3±1.1	12.3±0.3	2.4±0.3	14.9±0.7	6.8±0.2	28.6±1.0
LED 補光(第二層)	19.2±1.0	7.7±0.6	23.0±0.6	11.3±0.3	1.9±0.4	15.1±0.4	7.2±0.2	29.0±0.8
LED 補光(第三層)	17.2±0.8	9.3±0.7	23.8±0.9	11.3±0.4	1.8±0.4	15.3±0.5	7.1±0.2	25.6±0.8
T5 補光(第二層)	27.6±2.9	8.4±2.5	24.3±2.0	12.2±1.6	2.2±0.9	16.2±1.3	8.1±3.3	29.4±1.2
T5 補光(第三層)	30.9±1.7	9.0±0.4	10.4±0.7	11.8±0.6	4.1±0.4	15.5±0.4	8.0±0.3	31.4±0.8

z 播種：101 年 10 月 8 日、定植：10 月 24 日、採收：11 月 13 日

表 5 圓葉茼蒿於不同補光處理下植株園藝性狀(第 5 期作 z)

補光處理	單株重 y (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉數	側芽數	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	SPAD
自然光照	16.2±1.0	14.3±0.6	21.4±0.5	12.9±0.7	0.3±0.2	14.8±0.4	6.0±0.2	22.3±0.5
LED 補光	42.9±2.0	13.9±0.4	23.5±1.1	15.0±0.7	3.2±0.4	15.6±0.3	7.3±0.2	31.0±0.8
T5 補光	55.8±5.7	14.1±0.6	27.4±0.9	16.2±0.5	4.2±0.6	17.4±0.6	8.8±0.4	28.6±0.8

z 播種：101 年 12 月 12 日、定植：12 月 28 日、採收：1 月 18 日

表 6 圓葉茼蒿於不同補光處理下植株園藝性狀(第 6 期作 z)

補光處理	單株重 y (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	葉數	側芽數	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	SPAD
自然光照	44.9±2.9	20.9±0.5	21.2±0.7	17.7±0.7	3.6±0.6	18.5±0.4	9.0±0.3	23.8±0.9
LED 補光	62.6±4.0	17.4±0.5	25.1±0.7	17.8±0.9	5.5±0.7	18.9±0.5	9.9±0.3	26.8±0.8
T5 補光	68.7±4.7	18.1±0.5	24.9±1.3	17.1±1.2	4.9±0.5	17.8±0.7	9.8±0.5	30.1±0.9

z 播種：102 年 2 月 10 日、定植：2 月 26 日、採收：3 月 19 日

四、討論

本計畫有關環境控制方面有多次修改，至第四期作之後已穩定。人工光源補光，光照最高可達 500-600 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，惟第四期作之後控制在 200 μmol-m^{-2}-sec^{-1}。本研究之前置試驗時，曾測試萵苣、茼蒿以及芫荽之光飽和點，茼蒿的光飽和點約為 1300 μmol-m^{-2}-sec^{-1}；惟光合作用效率與 PAR 值呈 2 次曲線相關，PAR 500 μmol-m^{-2}-sec^{-1} 以下有較高的變化斜率，於此光照區段內，人工光源補光的增產效率較佳。

根箱溫控系統開發之目的在於將能源有效用於作物生長區域，控溫以蔬菜葉片周圍溫度為目標。由第一期種植至第四期收穫間，作物群落周圍之高溫控制在 25-30℃之間，偶而出現高於 30℃情形。根箱內溫度至第四期作之後可穩定控制在 23-26℃之間。

第一期作第二層及第三層雖有補光處理，惟其日間光照分別在 100 與 200 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，造成植株生長遲緩受抑制，第一層(最上層)為自然光照，日間光照平均值約為 500 最高值則在 700 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，顯示溫室內之光照受環境影響，明顯低於室外空曠地。第二期作試驗結果顯示，補光與自然光照處理間，顯著性差異存在。第二期作受陰雨影響，自然日照不足；補光處理明顯提高單株重量，也較不易發生徒長現象。補光處理之第一與第二層其日間光照，分別在 500 與 600 μmol-m^{-2}-sec^{-1}，其單株重更高於第一期作自然日照處理的表現。

第四期作以後第二層及第三層補光處理的日間光照穩定調整在 200-300 μmol-m^{-2}-sec^{-1}之間。第四、五、六期作以 T5 燈管補光下植株生育情形最佳，單株重最大、側芽數多；LED 補光次之、自然光照最差。第六期作自定植至採收，第一層、第二層及第三層的平均累積光量分別為 6.5、10.4 與 9.5 mol-m^{-2}-day^{-1}；康乃爾大學溫室水耕栽培萵苣生產之平均累積光量則以 17 mol/m^2/light/day 為最適生長(頂燒最低)。

參考文獻

1. 古在豐樹. 2009.太陽光型植物工廠_永續性的先進植物工廠. 譯者方煒.2011. 豐年社.
2. Bakker, J.C., G.P.A. Bot, H. Challa and N.J. Van de Braak. 1995. Greenhouse Climate Control. Wageningen academic publish, p276.
3. Both, A.J. Ten Years of Hydroponic Lettuce Research. web site: http://knowledgecenter.illumitex.com/wp-content/uploads/2013/08/ten-years-of-hydroponic-lettuce-research.pdf
4. Bresl, Wlodzimierz and Leslie A., Weston, 1992. Nutrient Accumulation and Tipburn in NFT-grown Lettuce at Several Potassium and pH Levels. Hortscience, 27(7):790-792
5. Morrow R. C. 2008. LED lighting in horticulture. HortScience, 43(7): 1947–1 950.
6. Thompson, H. C., Langhans, R.W., Both, Arend-Jan, and L.D. Albright. 1998. Shoot and root temperature effects on lettuce growth in a floating hydroponic system. J. Amer. Hort. Sci. 123 (3): 361-364.
7. Sonneveld, C., Voogt, W. 2009. Plant Nutrition of Greenhouse Crops. Springer
8. Steingrover, E.G., J.W.Steenhuizen, J. Van Der Boon. 1993. Effects of low light intensities at night on NO3 accumulation in lettuce grown on a re-circulating nutrient solution. Netherlands J. Agri.

The production of Anti-season Vegetables in Summer Using a Canopy Zone Cooling Technique

Yu-Hua Wang[1], Ming-Hwi Yao[2,4], Wei-Min Hsiang[3]

[1] Associate Researcher, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2] Researcher, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[3] Researcher, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[4] Corresponding author, e-mail: mhyao@tari.gov.tw

Abstract

The main problem of vegetables production in Taiwan is the high temperature causes the crop physiological disorder in summer, and the input of energy for greenhouse cooling makes cost increase and decrease the competition of products. In this research, utilizes the cooling system to regulate the temperature of canopy zone of crops with the minimum energy input during hot weather, want to decrease the temperature and produce the high-quality vegetables in plastic greenhouse in summer. Chrysanthemum (Chrysanthemum coronarium L.) is a goal crop always produces in chilly winter in Taiwan.

The cooling technique was tested eight growing season from June of 2012 to July of 2013. In order to increase light integral for vertical production in greenhouse, We used T5 and LED lamp as supplemental lighting source, to light the crop planting on lower floors of the culture rack, could enrich the illumination to 500 to 600 μmol-m^{-2}-sec^{-1} PAR. After 4th growing season we controlled the illumination around 200μmol-m^{-2}-sec^{-1}. As well as the cooling systems could decrease the highest temperature of vegetables canopy to a degree, between 25 and 30 oC in the daytime, and the root zone temperature was between 23 and 26oC.

The sun light was extremely unstable in the greenhouse, and it is influenced by climate. It is clear that supplemental lighting was needed throughout the year in order to provide the plants with a consistent daily integrated light level. In the recent four seasons we grown crops with a light intensity between 200 and 300 μmol-m^{-2}-sec^{-1}, and got good crop development as well as crop production.

Keywords: Plastic greenhouse vegetables production, Vertical production, Greenhouse environment control

植物殘枝粉碎機之研製改良

邱銀珍

行政院農委會桃園區農業改良場 副研究員

摘要

本機主要由挾持機構、粉碎機構、物料輸出機構、動力傳送機構及機體等部份組合而成。經測試結果本機可克服綠竹表皮光滑及長纖維不利粉碎之困擾，且綠竹粉碎情形良好，配合皮帶輸送粉碎物之排放通順，輸出於機體側方，配合四輪式可轉向行走設計，便於田間移動進行植物殘枝粉碎作業。本機工作效率 550-600 kg/hr。

關鍵詞：植物、殘枝、粉碎機

一、前言

台灣主要食用竹計有綠竹、麻竹、烏腳綠竹、桂竹、孟宗竹及箭(劍)竹等六種，目前栽培面積為 29,449 公頃，其中北部地區有 6,413 公頃(21.8%)，包括綠竹、麻竹、烏腳綠竹等叢生竹。為增進綠竹筍產量，於冬季時必須去除老化母竹，經砍除之母竹殘枝體積龐大不易搬運，影響田間管理作業，因此，大部份農民在竹園就地焚燒，造成空氣污染，而近來環保單位取締的積極在為瞭解決這一問題上並不能為農友接受。因此如可將經砍除之母竹利用機械的協助轉為有用的介質，如此一來,除了可解決農友的困擾外，甚至可為農友帶來出售有用介質的一筆收入。因此在桃園場轄區內農友的盼望下桃園場投入了植物殘枝粉碎機之研製。

植物殘枝經粉碎後為一極佳之有機資材，可作為堆肥及介質之原料，然而，目前市售之粉碎機大都為圓盤上崁切刀方式之設計，用於處理植物殘枝時，因綠竹外表光滑會有打滑現象，無法精準將殘枝送入粉碎機構。另植物殘枝具長纖維，容易將旋轉軸心纏繞而無法運作。因此，本場為解決植物殘枝處理問題，研製植物殘枝粉碎機，除可解決植物殘枝處理問題外，粉碎之細片經由堆積發酵處理後，可供為蔬菜、瓜果、花卉栽培有機質肥料及育苗介質之來源(謝，1984、1985、1986；謝等，1986)，以解決植物殘枝焚燒污染環境問題，甚至可完全替代進口介質 (羅等，1998)，降低生產成本，增加農民收益。

二、材料與方法

(一)材料：

1. 植物殘枝粉碎機 1 台(圖 1-6)：機身高 2,750 mm、寬 1,700 mm、高 1,700 mm，4 汽缸 2,200 c.c.柴油引擎。3 排刀片組，每排 3 支活動刀片(120 mm×25 mm×120 mm)及 2 支固定刀片(350 mm×10 mm×25 mm)。進料口長 265 mm 寬 400 mm，前輪轉向，後輪油壓驅動，油壓缸、油壓泵、油壓控制閥組、油壓無段變速裝置、油壓轉向控制閥組，排放口採螺旋出料設計，並搭配直徑 10 mm、30 mm、50 mm、70 mm 及 100 mm 等 5 級距之篩網。

2.試驗用植物殘枝一批。

圖 1 植物殘枝粉碎機側視圖

圖 2 植物殘枝粉碎機後視圖

圖 3 植物殘枝粉碎機篩網更換處

圖 4 植物殘枝粉碎機惰輪油壓閥

圖 5 植物殘枝粉碎機進料口

圖 6 植物殘枝粉碎機排料口

(二)方法：

1.為便於粉碎作業之需要，本機具有 4 個行走輪，除前輪裝置轉向機構外，並搭配油壓控制閥組及鏈條之操作以驅動粉碎機至整植物殘枝粉碎作業地點。

2.粉碎機構粉碎作業時為了連接來自引擎動力軸輸出之動力、採用了由油壓缸提供伸縮位置之動作，用來壓緊或放鬆連接引擎動力軸與粉碎機構傳動軸三角皮帶輪之惰輪位移，藉由油壓缸伸縮之作用讓粉碎機適當接收來自引擎之動力，以提供粉碎機構所需之動力。

3.植物殘枝進料口，裝備由油壓馬達提供動力之滾動輪，在滾動輪之圓周上裝有六排之三角狀之尖齒以咬緊被粉碎物以利供料，而為了工作之需要而採用可以正轉及反轉之油壓閥門組以備隨時退出被粉碎物。

4.由於現有市面上的粉碎機，在連續粉碎綠竹一段時間後、因綠竹之纖維並未被澈底粉碎，而隨著累積更多未被粉碎之綠竹纖維，進而纏繞傳動軸造成停止旋轉，而需停機以排除被纏繞之傳動軸、而本機為解決這個問題，特採用新型專利之粉碎結構設計。

5.用於供金針菇生長之玉米稈粉碎物是需要被粉碎到 0.2-0.5 mm 長度。為了要做到適用易粉碎表皮光滑之植物殘枝，比如稻稈、牧草、芒草、玉米稈等軟的植物殘枝及硬的部份如包含灌木樹枝之粉碎，因此設計不易纏繞旋轉軸之進料機構，擠壓機構，打擊機構，篩網及碎料排出口之植物殘枝粉碎機。

6.為順利將完成已粉碎次碎片排出而外形為四方形之螺旋輸送槽。

三、結果

(一)目前市售採用圓盤旋轉刀具式之粉碎機，在進行植物殘枝粉碎操作時，無法有效切斷具有纖維之綠竹，而未被切斷之竹纖維，於粉碎過程中形成一長條狀之殘留物，隨著圓盤旋轉時絆住旋轉軸，進而影響軸心之旋轉，造成切刀機構之損壞。本研究為解決此項問題，將切斷植物殘枝之方向由與進料口垂直改成平行，如此可藉由刀具末端直接切斷植物殘枝纖維，形成小塊狀，尚未排出機構之塊狀物再經由刀片之重覆打擊，形成細小片狀，接著藉由更換篩網以決定粉碎片之大小。

(二)挾持機構之設計：進料口由上底 265 mm×400 mm，下底 400 mm×600 mm，高 600 mm 梯形椎狀雙底開口之製材組成。而擠壓部由（直徑 120 mm×長 150 mm）上下 2 支之擠壓滾動輪所組成。每個滾動輪上均勻配置 6 條長條齒狀（150 mm×10 mm）而以下是採用 5 cm 孔徑之篩網時各類植物殘枝之操作情況如下：

1.粉碎含纖維之竹子：在操作新鮮之綠竹粉碎時,粉碎機械很暢順、在直徑 15 cm 之下的都可以順利粉碎(圖 7, 8)，且粉碎出來的綠竹碎物可小至 0.5 mm 而曬乾之綠竹稈粉碎時則是粉碎時聲音較大。

2.粉碎軟性材質：粉碎稻稈時如果整捆之稻稈是乾燥時，可以一次把整捆粉碎(圖 9, 10)，但如果稻稈是潮濕時則是不行整捆一次全推入粉碎口，如果一次推入太多的稻稈時易造成，易形成稻稈纏繞進料滾筒、進而無法夾持稻稈進入打擊機構之現象。當粉碎整捆直徑達 30 cm 之新鮮牧草(圖 11, 12)、芒草時，粉碎機構旋轉暢順，進料之速度不受影響，如果以乾燥的牧草、芒草進行粉碎時也不會產生纏繞進料滾筒影響粉碎之問題。

3.粉碎硬性材質：粉碎木材時最大可粉碎直徑達 15 cm 之木頭、而粉碎硬性木材之操作很順利，濕的木材也可以順利粉碎。而粉碎玉米稈作業時順利並無發生無法粉碎之現象(圖 13, 14)。

4.粉碎機用刀片：植物殘枝粉碎機之粉碎機用刀片因採用高碳鋼之材質，一組 9 支之粉碎刀可使用到 80-90 小時。

圖 7 綠竹被粉碎情形

圖 8 綠竹被粉碎情形

圖 9 稻草被粉碎情形

圖 10 稻草粉碎後情形

圖 11 牧草粉碎情形

圖 12 牧草粉碎情形

圖 13 玉米桿粉碎情形

圖 14 玉米桿粉碎情形

5.連續 16 小時之粉碎新鮮及乾燥之綠竹，粉碎機皆未曾發生粉碎機構轉動軸被竹子纖維纏繞而需拆卸粉碎機構之困擾。

四、討論

(一)粉碎機構之設計：將 3 排刀片平均分部於直徑 350 mm 長 400 mm 之中碳鋼滾筒，操作時以 1,000 rpm 用於粉碎植物殘枝，而每排刀片上有 3 支切割刀，方便於當刀片有缺口時只需更換缺口刀片，可節省維護成本。

(二)粉碎細片排料出口之設計，對整體機械操作暢順具有重要之決定性，本機初期設計時採用上方可旋轉之排放口直接排送至遠處，但較細微之粉末滿天飛揚易造成空氣污染。因此，為增加粉碎後碎片之排放量，將排放口從原先圓管狀改為截面長方形之設計，粉碎時從機身後方排出(圖 6)。本機粉碎工作效率 550-600 kg/hr。並已於 98 年 2 月取得中華民國新型專利證書第 M349299 號，專利權期間為 10 年。

參考文獻

1. 謝森明。1984。穀殼粉碎機之改良示範。出自"72 年農機研究發展與示範推廣報告"，233-238。南投：台灣省政府農林廳。
2. 謝森明。1985。穀殼粉碎機之改良示範。出自"73 年農機研究發展與示範推廣報告"，171-175。南投：台灣省政府農林廳。
3. 謝森明。1986。穀殼粉碎機之改良示範。出自"74 年農機研究發展與示範推廣報告"，189-192。南投：台灣省政府農林廳。
4. 謝森明、張金發。1986。穀殼粉碎機之研究。中國農業工程學報 32(2): 92-96。
5. 羅秋雄、李英彥。1998。蔬菜有機栽培介質之開發研究。桃園區農業改良場研究報告 33: 9-15。

Manufacture on Crusher of Residual of Plant

Yn-Jen Chiou

Associate Agricultural Engineer, Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station, COA.

Abstract

This machine consisted of frame, grip mechanism, crush mechanism, power transmission mechanism and body etc. The operation test of this machine showed the skid of the limb of plant by grip mechanism and this resulted in lowering the efficiency of crushing operation. The crush mechanism had good and smooth operation and never blocking. However, the crushed material was discharge only in one side by using the belt conveyor and this resulted in the difficulty of transmission of crushed material. Nowadays, the moving mechanism was designed by wheels All of the modifications are in test. It works efficiency is 550-600 kg/hr.

Keywords: Plant, Residual, Crusher.

稻稈擠壓成型機之試驗研究

田雲生[1], 張金元[2], 陳令錫[2]

[1]行政院農委會臺中區農業改良場 副研究員
[2]行政院農委會臺中區農業改良場 助理研究員

摘要

本研究係試驗研製田間稻稈進料、擠壓成型及出料等一貫化作業機械，供為衍生性燃料之製作與應用。目前完成之臥式單腔體擠壓成型機雛型，以可程式控制器（PLC）驅動油壓組件進行 14-16 次進料之預擠壓及 1 次壓實、出料之全擠壓，經初步測試結果顯示，預擠壓及全擠壓每次作業時間分別需要 8.15、14.42 sec，若不計算其他如油壓缸延遲退後等耗時項目，則擠壓腔體最大容量的作業時間約 2.3 分鐘；而稻稈擠壓前後之體積壓縮比值為 7.8，但與擠壓作業進料量、成品緊密度等，皆有很大的差異性。

關鍵詞：稻稈、擠壓、擠壓成型機。

一、前言

臺灣水稻收穫面積 26 萬 762 公頃（行政院農業委員會，2012），主要產物是稻米，副產品則為稻稈（亦稱稻草）、稻殼等，其中稻稈生產量與稻穀的生產量成正比，並依品種、地區特性及栽培管理習慣而有差異。以現行改良品種的收穫指數（收穫物占整體生物量的比值）約為 0.5 而言，每公頃的稻稈量 5-6 公噸，換算每年即有 150 萬公噸之多。以往水稻收割後多於田間就地焚燒稻稈，第一、二期作之間因作業時間短促而尤其明顯，進而造成空氣污染與道路行車安全等問題，對環境保護更有負面影響（許，2005）。若能收集這些稻稈再加工利用，則可供為覆蓋材料：應用於豆科、草莓、果菜類作物，可減少雜草滋生，確保根部生長；栽培介質：例如種植洋菇、蘑菇等（黃，2004）；堆肥原料：稻稈含碳、氮、磷酐、氧化鉀、氧化鈣、氧化鎂等成分，且碳氮比高達 78-88，可與豬糞、牛糞混合製作堆肥，並降低碳氮比至 20-30（黃，2004；許，2005）；動物飼料：稻稈經氨化處理後，粗蛋白質含量及有機物消化率可提高，纖維素含量則降低，是牛、羊等反芻家畜良好的粗飼料（楊等，1996）；造紙原料：常常應用於家庭用紙，或與其他纖維原料混合製成宣紙（楊，1997）；工藝製品：編織草鞋、草繩、草袋等日常用品及展示藝術品；建築板材原料：早期作為屋瓦覆蓋、塌塌米墊，現在多為製造複合板、耐燃纖維水泥板之添加物（王等，2001；楊等，2009）；生質酒精生產料源：稻稈經切碎處理，可作為第二代纖維酒精製作材料（古，2008）；衍生燃料：稻稈經壓製而為棒狀、錠狀等固態形狀，可取代一部分煤炭（黃，2004；杜，2003；林等，2003；倪，2007；盛與黃，2009；盛，2011）。其中就衍生燃料而言，固態錠型燃料（RDF-5）具大小、熱值（約煤炭的 2/3）均勻，易於運輸及儲存，在常溫下可存放 6-12 個月而不會腐敗，兼具能源和環保雙重效益等特性，對於落實農業減廢與資源再生，皆有極大的助益（王，2007；晶淨，2008）。鑑於此，臺中區農業改良場擬參酌現行以

稻稈為料源之衍生燃料製作機械，並針對田間稻稈收集處理作業需求，試驗研究稻稈粉碎進料、擠壓成型與出料等一貫化作業機械，期望能提高稻稈資源化利用、增加農友額外收入，並解決焚燒稻稈所衍生環保、道安與健康問題。

二、材料與方法

(一)試驗材料：規劃設計之稻稈擠壓成型機以進料、擠壓及出料等三項動作之組合進行擠壓成型作業，其研發構想如圖 1 所示，而主要機構包括進料斗、銜接管、擠壓腔體、擠壓頭、油壓缸（缸徑 80 mm）、油壓擋板、油壓閥、油壓馬達、油壓油箱、上上限/上限壓力表、可程式控制器（PLC）及電控箱等，其組成架構如圖 2 所示；試驗量測用壓力表、計時器、角度規、游標卡尺、捲尺、電子秤（精度 0.1g）等；試驗稻稈係於田間自然乾燥後，以曳引機承載式圓形打包機收集與應用。

圖 1 稻稈擠壓成型機研製構想

圖 2 稻稈擠壓成型機之組成架構

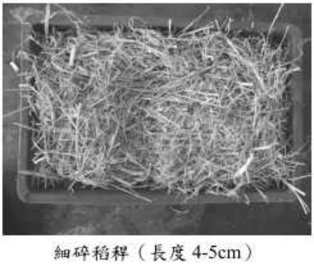
(二)實施方法：試驗研製稻稈擠壓成型機雛型，針對其作業性能進行測試與調查，包括油壓缸前進與後退線速度、油壓缸前進與後退壓力、每一擠壓成品製作時間、擠壓成品尺寸規格與重量、體積壓縮比值等項目。

三、結果

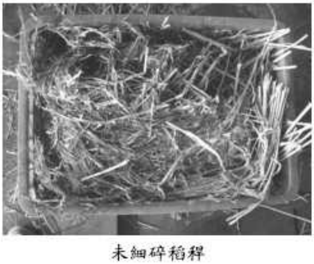
試驗研製一台臥式單腔體作業之擠壓成型機雛型，其擠壓作動區分為預擠壓與全擠壓 2 種，預擠壓係油壓缸配合進料動作而往復較輕負載伸縮若干次，直至擠壓腔體滿載後，再驅動油壓缸全力伸出壓實後出料，因有不同油壓出力需求，而採用上上限/上限壓力表加以選擇設定，經多次測試調整後，分別為 120 及 80 psi 最為適合。油壓擋板係在預擠壓之進料過程中將出料口關閉；全擠壓則於若干時間後，開啟擋板進行成品出料的動作，相關控制工作皆由可程式控制器（PLC）驅動。另選擇細碎稻稈（以 13 hp 中耕管理機承載金超耘牌碎木機進行粉碎處理，平均長度約 4-5 cm）與未細碎稻稈（以野馬牌 30 hp 曳引機承載 STAR MRB0850 型之圓形捆包機收集與堆置數月後，平均長度約 80-90 cm）2 種料源加以測試比較，如圖 3 所示，但都是採用人工供料方式進行。

當細碎稻稈預擠壓前進速度（Vf）為 0.078 m/sec、後退速度（Vr）0.069 m/sec 時，每次前進行程之擠壓頭分別經過進料斗前端、進料斗後端、銜接管、擠壓腔體等，此時油壓擋板處於關閉位置，且在負載不同的情況下，由壓力表可觀察到油壓壓力變化依序是 20、40、20 與壓力表極限值之 125 psi；後退行程則無負載而顯示 0。全擠壓前進行程幾乎是以極限值之 125 psi 進行壓實動作，但當油壓擋板開啟並足以推出擠壓成品時，則壓力即逐步降至 0 為止。未細碎稻稈之預擠壓出力在通過不同位置時稍微提高些，但極限值也是 125 psi，但從整體擠壓過程觀之，油壓最大輸出能力仍稍嫌不足。

由稻稈擠壓作業時間測試結果顯示，當完成一個 40 cm 長之擠壓成品，約需進行 14-16 次進料之預擠壓，以及 1 次壓實與出料之全擠壓行程。預擠壓每次需 8.15 sec，全擠壓則為 14.42 sec，如表 1 所示。若不計算其他耗時項目（包括壓實作業之延遲退缸等），則理論上擠壓腔體最大容量之作業時間約為 2.3 分鐘，此部分 2 種料源之差異並不明顯。另該 40 cm 長之擠壓成品經電子秤量測可知，每支的平均重量約 1.2 kg，換算其作業產能僅約



細碎稻稈（長度 4-5cm）



未細碎稻稈

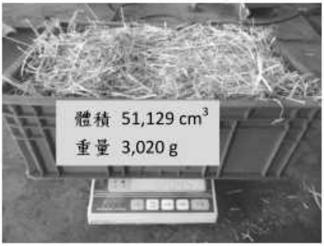
圖 3 細碎與未細碎稻稈

31.3 kg/hr，與最初規劃與期待 1 天可處理 5-6 ton（相當於 1 ha 稻稈之概略產生量）的目標，仍有很大的進步空間。若以滿載容量 51,129 cm^3 的塑膠箱裝填蓬鬆的稻稈，經擠壓作業後可得外徑約 9 cm、全長 103 cm 的擠壓成品，經計算其體積壓縮比值（等重稻稈擠壓前與擠壓後之體積變化）約為 7.8，如圖 4 所示。惟每次試驗結果差異極大，經檢討應是預擠壓由人工批次供料，且進料量不均勻等因素造成，未來機械改良至自動、連續進料時，應可解決這些問題。

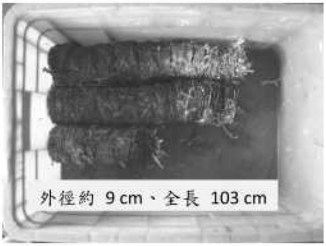
另於試驗期間發現，無論是細碎稻稈或未細碎稻稈，因其長度平均至少 4-5 cm，且人工供料是批次進行，致蓬鬆交錯的料源在進料斗上方會有架橋現象，無法靠本身自重落入待擠壓區，經常造成進料量不足與不均等結果，也產生擠壓成品呈現一片片且極易分離斷裂的情形。此架橋問題，後續可藉由加裝輔助進料機構，或者是將稻稈更細碎化處理，以解決之；而擠壓成品斷裂問題，雖可能於自動、連續供料時迎刃而解，但可嘗試將油壓缸前端擠壓頭粗糙化處理，使預擠壓後退行程時帶些稻稈與下一批料源交織、糾結在一起，以及增大壓實時之油壓出力、前進行程結束後延遲油壓缸後退等，都是評估改進的方案。又在預擠壓後退行程時，部分稻稈會由進料斗前端間隙被帶出，經實際調查發現，擠壓前之蓬鬆稻稈重量 1,204.5g，擠壓成品則減為 1,192.5g，可知稻稈滲漏達 12g 之多，相當於 1%的損失量。此滲漏問題可藉由進料斗前端加裝止漏墊，或設計回收裝置而解決之，但考慮成本，當以前者為優先考量。

表 1 稻稈擠壓作業時間

單次作業時間	擠壓方式	
	預擠壓	全擠壓
前進	3.84 sec	7.11 sec
後退	4.31 sec	7.31 sec
合計	8.15 sec	14.42 sec



擠壓前



擠壓後

圖 4 稻稈擠壓前後之體積變化

四、討論

試驗研製之稻稈擠壓成型機雛型經初步試驗結果顯示，其擠壓前後之體積壓縮比值為7.8，但與進料均勻度、擠壓成品密度之不同而有差異。細碎稻稈之擠製成品會有逐步膨鬆及斷裂現象，而未細碎成品之交織情形及結實度較佳，但所耗費時間較長，且機件擠壓阻力增大。整體擠壓成型機尚有諸多缺失待修正改良，包括增大全擠壓之油壓出力、進料時延遲油壓缸後退行程、油壓缸前端擠壓頭粗糙化處理、稻稈更細碎化及提升產能等，方使機械作業功能更趨完善，進而推廣應用。

參考文獻

1. 王年斌。2007。農業廢棄物－稻草製作衍生燃料技術評估。碩士論文。桃園：元智大學機械工程研究所。
2. 王瀛生、鄒哲宗、尹華文、林裕仁。2001。組合木材之研製及加工利用。農政與農情 107: 90-92。
3. 古森本。2008。生質能源作物之開發與潛力。農業生技產業季刊 8: 46-53。
4. 杜文傑。2003。日本推廣農業廢棄資材再生利用之作法。農政與農情 132: 71-72。
5. 林財得、謝清祿、謝欽城。2003。稻稈壓潰機與發酵槽之開發。台灣農業機械 18(3): 6-8。
6. 倪禮豐。2007。水稻廢棄資材之利用。花蓮區農業專訊 43: 21-24。
7. 盛中德、黃明仕。2009。生質能源用農業廢棄物之田間處理技術研究。出自"第五屆兩岸能源發展研討會論文集"。台南：成功大學。
8. 盛中德。2011。稻草能源再生利用。豐年半月刊 59(16): 44-47。
9. 許志聖。2005。稻草的利用。出自"臺中區農業改良場九十三年度試驗研究暨推廣學術研討會報告摘要"，特刊 73: 36。
10. 晶淨科技股份有限公司。2008。移動式農業廢棄物 RDF（廢棄物衍生燃料）試製機具研發。行政院農業委員會委託辦理研究計畫期末報告書。
11. 黃琇晶。2004。稻草固態錠型燃料螺桿擠製之成型性分析研究。碩士論文。新竹：交通大學機械工程研究所。
12. 黃裕銘。2004。稻草的特性及處理。出自"稻草處理技術研討會專集"，4-10。
13. 黃種華。2004。洋菇堆肥式的固態醱酵技術。中國食品 GMP 發展協會網頁。
14. 楊价民、鄭永祥、林育安、吳錦賢。1996。青貯對稻草和稻稈之化學組成變化及其在瘤胃內分解之影響。中國畜牧學會會誌 25: 273-286。
15. 楊奉儒、陳清齊、楊叢印。2009。稻草再利用─稻草壓合板。豐年半月刊 59(12): 37-41。
16. 楊時榮。1997。圖書紙張纖維的氧化與水解。書苑季刊 31: 34-39。
17. 行政院農業委員會。2012。農業統計年報。http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx

Experiment and Development of Rice Straw Extruder

Yun-Sheng Tien[1], Chin-Yuan Chang[2], Ling-Hsi Chen[2]

[1] Associate Agricultural Engineer, Taichung District Agricultural Research and Extension Station , COA.

[2] Assistant Agricultural Engineer, Taichung District Agricultural Research and Extension Station , COA.

Abstract

The purpose of this research is to study and develop a rice straw extruder consists of feeding, extruding & molding and discharging, as the production of Refuse Derived Fuel from rice straw. It is assembled a prototype of horizontal single-chamber extruding and molding machine, which is driven by the PLC and hydraulic devices to guide 14-16 times pre-extrusion (feeding) and a full-extrusion (compacting and discharging). Preliminary test results show that each working time of the pre-extrusion and full-extrusion required 8.15 sec and 14.42 sec, respectively. Without considering other work items, such as the hydraulic cylinder delay back, the maximum capacity chamber operating time of about 2.3 minutes. The volume compression ratio is approximately 7.8 times before and after rice straw extruded, but it is very different from the feeding amount of extrusion, product density and so on.

Keywords: Rice straw, Extrusion, Extruding, Molding machine.

高效率熱泵冷凝乾燥系統應用研究

黃禮棟[1], 邱相文[2], 蔡致榮[3], 林建志[2]

[1]行政院農委會農業試驗所 研究員
[2]行政院農委會農業試驗所 助理研究員
[3]行政院農委會農業試驗所 研究員兼主任秘書

摘要

國際能源價格持續上漲聲中，節能及提升能源效率已成為焦點。熱泵吸取空氣中或水體中的熱能，經過 Rankine cycle之蒸發、壓縮、膨脹等過程，將熱能由較低處移往較高處，效率高又節能，因此使用熱泵取代柴油或瓦斯以節省能源支出，已使熱泵成為熱門之工具。熱泵系統運轉時同步產生冷氣及熱氣，因此其能源效率極高，依介質區分型式為空氣對水與水對水二種，本研究使用水對水熱泵系統。利用其產生之熱氣乾燥農產品及冷氣凝結乾燥過程中產生的水蒸氣，此乾燥方式可使農產品呈現良好色澤，除了提升乾燥農產品品質外，也提升能源利用效率，為節能減碳的有效利用方式。本所設置完成之熱泵系統冷凝乾燥機，經熱交換器交換後之乾燥熱風溫度可達65℃，冷水溫度達到12℃，能源效率(COP)值達到3.6以上。

關鍵詞：熱泵、冷凝乾燥、能源效率。

一、前言

台灣極大部份能源仰賴進口，在今日氣候變遷劇烈及石化能源日益枯竭致使燃油價格越來越高漲之情形下，原先使用燃料油、柴油等做為冬季加溫燃料及乾燥能源之成本也不斷攀升，在必須有效的運用各種能源情形下，各種節能技術也一一被探討，以降低生產成本兼收減量排放二氧化碳之目的。俱高效節能功效之熱泵應用遂成為再生能源中重要的研究領域。熱泵之作用原理為Rankine Cycle，由壓縮機、冷凝器、膨脹閥與蒸發器等四個主要元件以管路連接組成，以冷媒為傳導介質，以產生移動熱能的作用。其原理為藉由輸入電能驅動壓縮機，經環路中冷媒之吸熱、放熱作用，熱能由蒸發器吸收，而後由冷凝器排出，形成移動熱能的效果，達成製冷、製熱之雙重目的。經熱交換後之冷、熱氣經風管輸送，可應用於溫室、住家等的加溫或降溫，具有節能、無汙染且運轉費用低之特點。熱泵應用在同時需要冷氣(冷水)與暖氣(熱水)的地方，其節能效應更可觀，像是旅館、飯店、養殖業、農業、食品加工業等，當同時使用冷氣與暖氣時，其COP值可高達9~11(方，2010)。農產品乾燥後可延長保存期限並紓解盛產期滯銷與價格暴跌問題，故長期以來業者及農政單位持續研究改進乾燥方法，以期除了乾燥的基本功能外，並能保存農產品的風味、產生良好色澤而又節省能源。冷凝乾燥系統利用到加熱及冷凝兩個子系統，乾燥之農產品除了呈現優良色澤外也因乾燥筒較為封閉，對香氣保存十分良好，為目前最佳的乾燥方法之一。Colak and Hepbasli (2009) 研究指出熱泵乾燥系統已經行之有年，發展出許多不同種類的HPD(heat pump drying)，可以配合各種不同的乾燥產品特性，尤其是熱敏感度高的產品，

應選擇適合的HPD進行乾燥，常應用在乾燥蔬菜、水果以及生物材料上。本所研究將熱泵產生之熱氣及冷氣經熱交換後應用於冷凝乾燥機並試驗其乾燥農產品之效果，並利用HIOKI-3197型電力品質分析儀及電子式溫度計等儀器量測計算其效率值，經試驗分析結果其COP值達3.6以上。

二、材料與方法

本系統使用之熱泵冷凝乾燥機(圖1)係由一部5USRT之熱泵主機、一個500公升之熱水儲水桶、300公升之冷水儲水桶，一台裝置冷水/冷氣交換器、熱水/熱氣交換器之冷凝乾燥箱體、水閥門、控制電路及冷、熱水管路與馬達等組成。熱泵主機以220V三相電力推動，啟動後，將熱水桶之水漸漸加熱至預定溫度，一般乾燥使用時，只需待水溫加熱至高於熱風溫度5℃即可經熱交換產生需要之熱風，即70℃熱水經熱交換可產生65℃之熱風供乾燥用，而熱泵加熱之同時，冷水桶之水溫也隨之降低，可低至12℃以下。

為探討無乾燥物狀態下乾燥箱內溫溼度的變化及各點溫度之差異，試驗之前先在乾燥箱內擺放9個MicroLogPRO-EC750溫溼度感測器(如圖2，其在-30℃~90℃範圍內間之解析度優於0.3℃，精確度在1℃以內)，於調整時間及數據歸零後啟動置入乾燥箱體上層之四個角落，中層之中央位置及下層之四個角落(如圖3所示)，並在控制器上設定其冷熱風之循環方式為加溫達45℃後，改為冷風降溫至40℃，再變為熱風模式之循環，本次試驗進行之冷熱風循環一次約需20分鐘，共進行三次約70分鐘。

圖 1 熱泵乾燥系統

圖 2 MicroLogPRO-EC750 及溫度探針

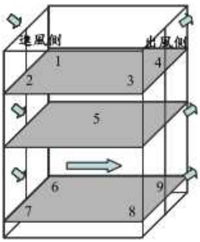


圖 3 溫溼度感測器位置示意圖(箭頭表示風向)

圖 4 HIOKI-3197 電力品質分析儀

另一次試驗除了量測熱水溫度、冷水溫度、用電度數等各項參數隨時間之變化以換算為總能源效率(COP)之外(用電度數係利用圖4之HIOKI-3197電力品質分析儀進行量測)，也利用鮮香菇及約3 mm厚之生山藥切片兩種材料試驗乾燥效果。鮮香菇之含水率一般為85~90%之間，傳統香菇之乾燥方式，以35~40℃為開始乾燥之溫度，並以每小時升溫不超過5℃漸次加溫至65~70℃。試驗之鮮香菇重20公斤，將之均勻分佈於層架式乾燥盤上。乾燥之冷、熱氣循環交換模式設定為先送熱風至乾燥箱，使箱內空氣達到預定溫度後轉為送冷風使乾燥箱降溫至設定溫度，同時將乾燥產生之水蒸氣凝結成水滴，之後再通熱風乾燥，如此循環至農產品水份達到預定乾燥含水率為止。圖5為乾燥後之香菇，含水率約為11~14%。圖中顯示以此乾燥機乾燥之乾菇無烤焦、過度皺縮等外觀現象發生。另乾燥產生之水蒸氣經冷風凝結為水滴後由排水槽收集，可直接排放或以容器收集。

三、結果

以HIOKI-3197型電力品質分析儀量測記錄用電情形，在大氣溫度21℃~22℃之條件下量測COP值，在熱水出水溫度為30℃~40℃之範圍時，COP值為4.2；40℃~50℃之範圍，COP值為4.0；50℃~60℃之範圍，COP值為3.6 (表1)。由於能源價格攀升，為節省能源費用，利用熱泵製熱具有利因，熱泵之節能效益(設COP=3.6)與其他熱源之比較經計算後列於表2。圖6為空車時乾燥箱內中間層中點溫濕度圖。本次實驗過程熱風冷風循環三次，左邊Y軸代表溫度(◆，℃)；右邊Y 軸代表濕度(×，%)；X軸代表時間(min)；而兩條直線代表本次實驗所設定的溫度範圍。在任意時間點乾燥箱內各部位溫濕度的差異不大，可視乾燥箱內為一均溫均濕的環境。當熱泵乾燥系統升溫時乾燥箱內濕度會下降；反之，當熱泵乾燥系統降溫時乾燥箱內濕度會上升。茲將同一時間各測點第一個熱冷循環之最高溫與最低溫之資料列於表3供參考，其中測點8之溫度數據顯示差異頗大，推測係溫度探針損壞或轉換電路故障導致，故不列入。

圖5 乾燥後香菇

表1 熱泵效率測試資料

		一		二		三	
		熱水溫度 (℃)	電功率 (kw)	熱水溫度 (℃)	電功率 (kw)	熱水溫度 (℃)	電功率 (kw)
時間(分)	0	34.3	4.12	42.3	4.51	51.4	5.51
	15	38	4.38	48.3	5.22	56.9	6.31
	25	42.3	4.51	51.4	5.51	60.8	6.5
COP		4.2		4		3.6	

註：操作環境溫度：21~22℃；電功率量測：HIOKI-3197電力品質分析儀

表 2 節能效益

熱能來源	能源別	能源單價	熱 值	能源轉換效率	熱能/NT$	熱能成本比
電 熱	電 力	3.62 元/度	860 kcal/度	95%	226 kcal	3.78
瓦 斯	天然瓦斯	20.2 元/公斤	9,000 kcal/m^3	90%	476kcal	2.17
柴油鍋爐	柴 油	33.5 元/公斤	8,800 kcal/公升	85%	223kcal	3.84
燃油鍋爐	燃料油	21.2 元/公升	9,200 kcal/公升	85%	368 kcal	2.33
熱 泵 COP=3.6	電 力	3.62 元/度	3,098 kcal/度	100%	856 kcal	1.00
	二段式離峰電力	1.80 元/度	3,098 kcal/度	100%	1,721 kcal	0.497

資料來源：台灣中油/台灣電力公司 全球資訊網 2013/09/09

表 3 各測點第一個循環之最高溫度值及最低溫值

測 點	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第一循環最高溫℃	45.6	45.8	45.8	45.2	46.0	45	45.2	--	44.6
第一循環最低溫℃	40.4	40.2	40.2	40.4	40.4	40.8	40.4	--	41.0

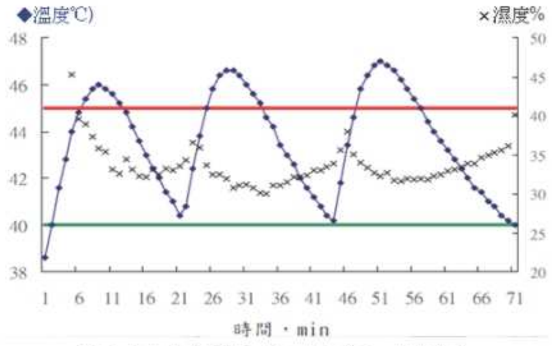


圖 6 乾燥箱中間層中點三次循環溫、濕度變化

四、討論

本所設置完成之熱泵系統冷凝乾燥機，經熱交換器交換後之乾燥熱風溫度可達 65℃，冷水溫度亦達到 12℃以下，能源效率(COP)值達到 3.6 以上，若要提升熱風溫度，目前已有利用二氧化碳冷媒(R744)之熱泵最高出水溫度可達 90℃(Petersen, M., et al.)，經交換器產生之熱風約可達 85℃，且二氧化碳冷媒對地球環境友善之特性，是一大優點。一般通熱風乾燥機乾燥香菇，發現乾燥時間不經濟且香味易散失，若改用本系統則可以有效改善香味散失之缺點。本乾燥機因為組成零組件較多及需要配管空間等，需要相當面積與空間安裝設置。因熱泵冷凝乾燥機具有良好能源利用效果與乾燥產品品質，若能以較大容量之熱泵應用於個別控制之並聯乾燥機箱上並依不同乾燥農產品加以個別控制，除提升產品品質外也可發揮較佳節能效益。

將乾燥之冷、熱氣循環交換設定為送熱風使箱內空氣達到預定溫度後轉為送冷風至設定溫度之循環模式，或者同時送冷、熱風而將部份熱風導至另一空間冷卻去除水蒸氣後再加溫回送至乾燥箱為較佳之乾燥方式，有待進一步探討。

參考文獻

1. 方煒。2010。低耗能人工光源與高效能熱泵技術在農業之應用研發。農業工程與節能減碳學術研討會專刊。
2. Colak, N., and A. Hepbasli. 2009. A review of heat pump drying : Part 1-Systems, models and studies. Energy Conversion and Management. 50(9):2180-2186.
3. Colak, N., and A. Hepbasli. 2009. A review of heat-pump drying : Part 2-Application and performance assessments. Energy Conversion and Management. 50(9):2187-2199.
4. Erbay, Z., and F. Icier. 2009. Optimization of drying of olive leaves in a pilot-scale heat pump dryer. Drying Technology: An International Journal.21(3)：416-427.
5. Perera, C. O., and M. S. Rahman. 1997. Heat pump dehumidifier drying of food. Trends in Food Science & Technology. 8(3):75-79.
6. Prasertsan, S., and P. Saen-saby. 1998. Heat pump drying of agricultural materials. Drying Technology: An International Journal. 16(1-2):235-250.
7. Petersen, M., Bowers, C., Elbel, S. and Hrnjak P. 2012. Development of High Efficiency Carbon Dioxide Commercial Heat Pump Water Heater. International Refrigeration andAir Conditioning Conference at Purdue, July 16-19, 2012.

A study on the Application of High Efficiency Heat Pump Condensation Drying System

Li-Duhng Huarng[1], Hsiang-Wen Chiu[2], Jyh-Rong Tsay[3], Jian-Jhih Lin[2]

[1] Senior Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2] Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[3] Senior Agricultural Engineer & Secretary General, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

As the energy prices continued to hike internationally, saving energy and improving efficiency have become the focus issue. Heat pumps absorb heat in the ambient air or water through the evaporation, compression and expansion process of the Rankine cycle that transfers the heat energy in an opposite direction of spontaneous heat flow. The system is energy efficient and saves a lot of energy. The application of heat pumps has become a hot tool to replace the diesel or gas burner in order to save energy costs effectively.

The operation of a heat pump system generates both heat and cold simultaneously; therefore, it provides high energy efficiency. According to the source and destination of the heat, the heat pumps can be categorized into air-water heat pumps and water-water heat pumps. A water-water heat pump system was adopted in this study. The application of its hot air in drying agricultural products and cold air in condensing water vapor generated in the drying process allows agricultural products using this drying method showing good color. In addition to improve the drying quality of agricultural products, it also promotes energy efficiency. It is an effective way to save energy and reduce carbon emission. The heat pump condensing dryer set up in TARI can provide 65℃ hot air for drying through the heat exchanger and the cold water temperature reaches as low as 12℃. The total energy efficiency of the system (COP) is above 3.6.

Keywords: Heat pump, Condensation drying, Coefficient of performance.

設施內自走載具之研發與應用

楊智凱[1], 黃國祥[2]

[1] 行政院農委會農業試驗所 副研究員
[2] 行政院農委會農業試驗所 助理研究員

摘要

設施栽培作業過程中，肥料、資材、介質、種苗、農產品等之搬運作業，目前可運用的設備有人力運搬車、動力運搬車、軌道式台車、輸送帶、自動化搬運系統與龍門標架系統等，概分為無軌式與軌道式。本研究為解決農產品搬運及小型管理作業機械移動之自動化需求，進行多功能泛用型電動離型載具導引控制技術研究，分別運用影像、磁帶感應與 RFID 定位技術，於設施走道間依規劃路徑自主移動，作為設施內區域間搬運或管理作業機械用小型載台。系統分有：自走載具、影像擷取導引系統、磁帶導引與 RFID 定位模組。經研製與測試後，影像擷取導引系統雖已可達到預期之載具導引功能，但受限於設施環境光線角度與亮度變化，易造成演算法則的誤判。改採用磁帶導引與 RFID 定位技術後，藉由自走載具前方裝置磁性感應器感測地面磁帶，迴授訊號給全向輪控制器修正行進方向；載具底部的 RFID reader 可感應目前載具的定位，比對資料庫設定的地圖與規劃路徑後，執行左右轉、直行或迴轉的動作。

關鍵詞：自走載具、磁帶導引、RFID 定位。

一、前言

設施栽培作業過程中，肥料、資材、介質、種苗、農產品等之搬運作業，目前可運用的設備有人力運搬車、動力運搬車、軌道式台車、輸送帶、自動化搬運系統與龍門標架系統等，概分為無軌式與軌道式。軌道式系統雖然在直線導引技術較易達成，但在大規模設施軌道佈建成本過高，且地面軌道可能影響其他農機具的操作。現有自走載具無人導引技術有雷射掃瞄感應、鋼纜控制導引、影像處理分析、GPS 衛星導航自動導引、超音波感測、磁感應裝置等，或是前列技術的整合。目前國內相關研究有設施內無人自動噴藥機，可避免農藥對施藥者造成的傷害；還有利用永久磁鐵與磁簧開關感應方式做為導引用回授訊號，以可程式控制器控制車台方向。本研究為解決農產品搬運及小型管理作業機械移動之自動化需求，進行多功能泛用型電動離型載具導引控制技術研究，分別運用影像、磁帶感應與 RFID 定位技術，於設施走道間依規劃路徑自主移動，作為設施內區域間搬運或管理作業機械用小型載台，該機規劃有搬運與噴藥兩種模式，期能有效提升設施栽培之自動化搬運及管理效能。

二、材料與方法

(一)自走載具與路徑規畫

本試驗之自走載具採用全向輪設計，其行進原理係以三輪驅動，與一般差速轉向相較，有最小迴轉半徑和可朝任何方向行走等優點，而缺點則是控制較為困難。為求控制上的便

利，三輪的夾角均為 120 度，且至圓心的距離均等長，利用基本運動學原理公式可推得全向輪行走平台運動之三輪速度關係。

於農試所設施內走道設定任意起始點、中途點與目標點，並依設定自動完成由起始點，經由中途點到達目標點的循跡行進功能目標，以滿足設定之搬運與噴藥載具需求，移動路徑規畫示意如圖 1。

(二)影像擷取導引系統

藉由定義目標物並指出特定色彩區塊來導引全向輪型載具，由載具上的筆記型電腦連接兩個方向垂直的 USB 小型攝影機擷取影像，由於攝影機所擷取的影像資訊多為 RGB(紅、綠、藍)三原色所構成，但 RGB 三原色所構成的色彩空間(color space)容易受到光線的影響而有很大的變動，所以 RGB 色彩空間並不適用於亮度變動大的環境中進行顏色分割，故必須先將色彩空間轉換為 Lab 系統，以避免色彩資訊會隨著亮度的變動而有劇烈的變化。先建立自走載具方向控制用「行進軌跡參數表」，攝影機原始影像資訊經過 RGB 轉換為 Lab 色彩空間像素點後，辨識佈建於溫室各處的導引色塊，與參數表比較運算產生偏移量對應函數，由演算色塊的中心位置判定全向輪型載具是否偏離航向，若偏離則輸出控制指令，控制三輪的個別速度，導引全向輪型載具進行斜行、平移、轉彎的修正動作。同時搭配超音波感測器來判斷是否過於接近植床或偵測障礙物，達成避障機制。設計規畫控制流程如圖 2。

(三)磁帶導引與 RFID 定位模組

測試時地面佈建磁帶，自走載具前方裝置磁性感應器，可偵測目前行近狀態的左右偏移量，藉以迴授訊號透過全向輪控制器修正行進方向，行經分歧點或路徑上佈設的 RFID tag 時，載具底部的 RFID reader 可感應目前載具的定位，比對資料庫設定的地圖與規劃路徑後，執行左右轉、直行或迴轉的動作，控制流程如圖 3。同時可利用無線的方式傳到遠端電腦，除了於控制室顯示目前所在位置，亦提供遠端無線導引控制演算用。

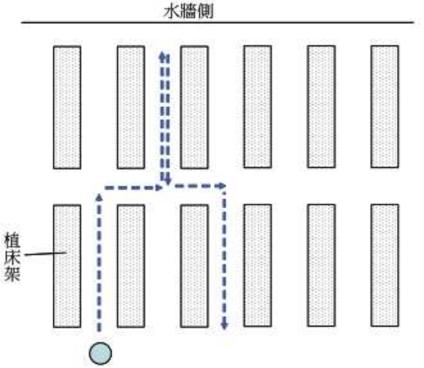


圖 1 自走載具跨走道移動路徑示意圖

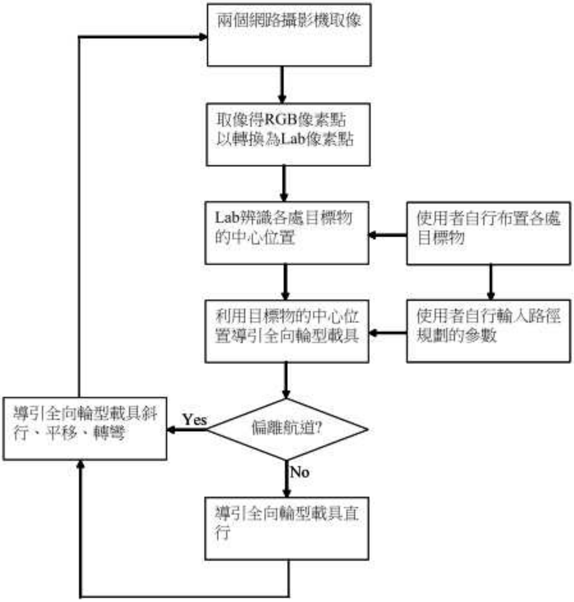


圖 2 影像擷取導引控制流程圖

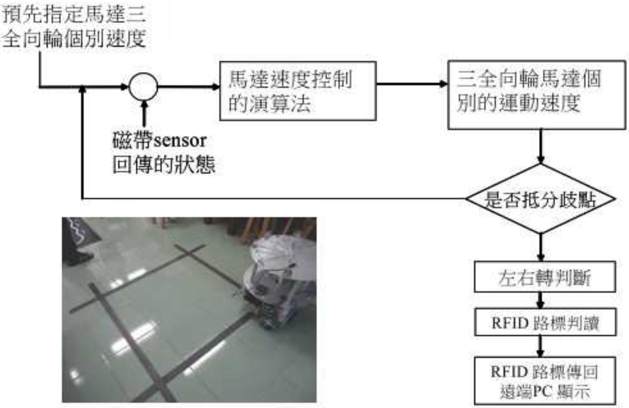


圖 3 磁帶導引與 RFID 定位程式流程以及雛型系統測試情形

三、結果

完成開發之影像導引系統，其實際測試操作情形如圖 4 與圖 5。雖然先將 RGB 轉換為 Lab 色彩空間像素點，以便盡量避免光線因素的影響，結果初步可達到預期之載具導引功能，但經長時間測試後，正午、傍晚之光線角度與氣候陰晴變化，仍然偶而造成演算法則的誤判，加上影像處理與偏移量對應函數的演算相對耗時，產生間歇停頓式行進，還有設施內走道盡頭處佈建的辨識色塊過多，經審慎評估後此技術於現階段軟硬體條件下，恐難以推展至實務應用階段。

修正採用磁帶導引結合近距離 RFID 感測定位技術，可改善前項影像技術之間歇行進、演算耗時與倚賴外部光源條件嚴苛等缺點。完成之雛型系統可設定搬運與噴藥兩種模式。搬運模式下可設定起始點、中繼點與終點，可執行收穫物與資材在作業位置與集貨區之間的搬運作業；噴藥模式則可設定行進路徑與噴藥區段，於設施內的特定區域執行自動噴藥作業，減少施藥者暴露於藥液霧粒環境的傷害。(圖 6)

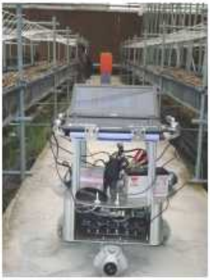


圖 4 影像擷取導引系統操作情形

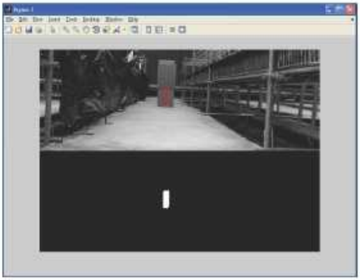


圖 5 影像處理程式即時畫面

圖 6 設施內自走載具噴藥功能測試情形

四、討論

原始的影像擷取與導引模式構想，雖然功能經測試可行，但在移動連續性與週邊辨識色板等諸多因素仍有改良空間。經改以磁帶導引結合 RFID 定位技術研發之自走載具雛型機，經連續測試已可初步達成設定之自動搬運與噴藥功能。惟初始採用的驅動馬達與全向輪，在坡度與平坦度條件較差時，偶有打滑或驅動力不足現象發生，建議選用輸出功率較大的驅動馬達並搭配更換較高規格尺寸的全向輪組來改善。超音波感測器對植床架金屬與介質的反射特性與靈敏度有異，偶有出現訊號接收異常導致誤動作發生。另外，現有載具雛型機加裝測試噴藥作業所採用的電動噴藥機藥液桶位置偏高，行進時藥液的晃動會影響機台的動態穩定性，建議將作業機械平台安裝高度修正降低以增進穩定性。

參考文獻

1. 王家麒。1993。以視覺為基礎的自動導引車在農業環境中的定位作業。碩士論文。台北：台灣大學生物產業機電工程研究所。
2. 周子豪。1999。棚架果園自動化施藥機行走控制之研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
3. 張旭志。2004。多功能電動軌道車之研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
4. 陳令錫、盛中德、龍國維。1995。設施內自動噴霧設施介紹。施藥技術服務。創刊號。p.15-20。
5. 陳泳萱。2004。自走車循跡導航系統之模擬研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
6. 陳昭亨。2000。多重感測系統應用於自動導引車行走控制之研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
7. 盧世昌。1995。無人化農用自走車之直行控制系統。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
8. 蘇俊輝。2003。循跡式自走車導引系統之模擬研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
9. SHIKO 株式會社。2006。AGV。http://www.shiko.biz/product/agv.html。上網日期：2006 年 1 月 13 日。
10. 農漁牧產業自動化網站。2006。無人噴藥車。http://agriauto.ame.ntu.edu.tw。上網日期：2013 年 7 月 18 日。
11. Manigel, J and W. Leonard. 1992. Vehicle control by computer vision. IEEE Transactions on industrial electronics 39(3):181-188.
12. Tillett, N. D. 1991. Automatic guidance sensor for agricultural field machines : a review of Agricultural Engineering Research 50(3):167-187.
13. Tsukagoshi, M. and F. Yamauchi. 1987. Magnetic lattice lane guide for AGVs. Automated guided Vehicle System 5th International Conference. pp.137-144.

Development of the Automatic Guidance System for Self-propelled Carrier in Greenhouse

Chih-Kai Yang[1], Guo-Shiang Hwang[2]

[1] Associate Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2] Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

The operation processes in greenhouse cultivation, including fertilizers, materials, growing media, seedlings and agricultural products handling currently exercised by manpower cart, powered cart, rail trolley, conveyor, automated handling systems and gantry systems. There are classified into two system of non-rail and rail-mounted. The automation carrier capable of moving between aisles with diversity, flexibility, safety as well as carrying capacity and other functions for transporting in the greenhouse to handle agricultural products and compact management machineries needs to be designed and built. The image identification and guidance technology, magnetic guidance system and RFID locating were applied to drive and control the carrier in accordance with planned path in greenhouse. The system includes self-propelled omni-wheel carrier, image identification and guidance system, magnetic guidance module. After developing and testing, image identification system although can achieve, but restrained by ambient light changes, algorithms could easily lapses from fuction. Therefore, the magnetic guidance system and RFID locating technology substituted for image system. The magnetic sensor equiped in front of self-propelled carrier can sense magnetic ribbon on the ground. The feedback signals are transmitted the controller to correct the drection. The RFID reader at the bottom of carrier can identify the current location, as compared to the database map settings. Then, the carrier decides to turn around, go straight or U-turn.

Keywords: AGV, Magnetic guidance system, RFID locating.

近年來新型農機列入計畫補助牌型之應用類別與數量及其列入之年度與性能測定之年度間之時間差異

徐武煥[1], 林木連[2], 白瀛洲[3]

[1]行政院農委會農業試驗所 助理研究員
[2]行政院農委會農業試驗所 研究員兼組長
[3]行政院農委會農糧署 技正

摘要

我國辦理新型農機性能測定迄今已逾40年，但其計畫列入補助牌型之內容卻鮮少有文獻加以探討。基於此，本文以作業目的將農機加以分類，分析近二十年來列入計畫補助牌型之新型農機類別與數量及其列入年度與性能測定年度間之時間差異。結果顯示民國82年至97年補助牌型總數量有426種，此期間新(首次)列入補助牌型之總數量占了28.9%，其餘列入之牌型則為該年度前已申請，之後再延續核列的部分，此期間之類別以田間管理機械為大宗，數量則以民國90年之46種牌型為最多。列入補助牌型年度與性能測定年度時間差分析結果顯示，新列入之牌型時間差在2年度以內的占了91.9%；如將續辦列入之牌型一併分析，則時間差在5年度以內占了95.2%。

關鍵詞：新型農機、補助、牌型、類別、數量、性能測定、時間差。

一、前言

我國農機性能測定源起於50年代，然實務上是從民國60年開始辦理，辦理時間截至目前為止已逾40年，累計測定台數超過550台。農機性能測定辦理的用意是為配合國內農機廠商申請農業發展基金貸款及補助牌型的需要，以供農民作為性能優良農機選購之參考。而通過性能測定為新型農機辦理低利貸款或將之列入補助牌型之核准要件，且很多縣市政府等單位在採購新型農機時也常將該機通過性能測定列為基本要件之一。故國內有很多農機廠商為求研發完成之新型農機於國內順利推廣，常會提出性能測定之申請，當其測定符合適用之基準後，適時提出申請以供審核列入新型農機補助計畫之補助牌型，於計畫年度實施後可再因應農民的需要，報農業委員會以調整補助計畫目標。民國97年為申請將新型農機列入補助牌型最後的一年，計畫延續核列為補助之牌型則辦理至民國99年為止，後續的新型農機則不再列入類似的計畫辦理補助。但是後來民國101年農委會核定「新研發農機申請列入地區性農機補助牌型審查原則」後，已開始將新型農機納入地區性農機補助之範疇，適時扮演銜接的角色。農機性能測定自辦理以來，鮮少有文獻針對其內容進行分析與探討，本文彙整分析自民國81年起之相關資料，期能對未來相關補助計畫之實施或調整等提供應用參考之價值。

二、農機類別之分類方式

本文統計農機類別之數量，其類別是依據測定農機機種之作業目的加以分類，各類別

所包括之農機如下所示：

（一）管理：中耕、噴霧、噴藥、管路噴藥、噴霧送水、灑水系統、施肥、肥料撒佈、作畦、除(割)草、剪(碎)枝、梗剪斷器、滴水帶捲收、塑膠布覆蓋或鋪設、樹型整修等田間管理機械或設施。

（二）搬運：農地搬運車或動力搬運機等。

（三）收穫：水稻、落花生或豆類聯合收穫、採茶、玉米或高梁脫粒、玉米去苞葉、玉米採穗、落花生脫莢、甘藷收穫或莖葉割採、胡蘿蔔收穫、蒜頭收穫、狼尾草收穫、振動採收、毛豆收割、地莖類挖掘或果實振落等機械。

（四）種植：播種、育苗、插秧、移植、介質或浸種攪拌等機械。

（五）乾燥：稻穀、玉米、落花生或其他農產品之各式乾燥機或烤菸室等。

（六）後處：蔬果或蛋品之分級、清洗、選別、套袋、拆袋、去皮、去籽或壓裂、花卉莖裁切、切花捆紮、蒜瓣去膜、筍剝殼等收穫後處理機械。

（七）畜牧：歸屬於畜牧應用之設備或設施。

（八）整地：曳引、深耕或耕耘等之機械或耕、犁具等。

（九）多功：包含兩種(含)功能以上之農機。

（十）其他：未能歸類於以上方式之農機。

三、資料統計期間

本文之新型農機機種列入計畫編列經費補助之資料統計自民國 81 年到 99 年間。新列入補助牌型資料則統計自民國 82 年至 97 年為止。數量及經費之統計僅為計畫內當年度原編列之部分，數量未包括當年度後來新增或變更的部分，經費也未包括其他陸續核定、行政費或服務費等項目。

四、結果與討論

(一)新型農機列入計畫補助牌型之類別與數量

我國在民國 77 年及 91 年分別訂定有「國產農漁機械申請核定貸款或補助牌型須知」及「申請列入新型農機補助牌型審查原則」，在受理廠商申請將新型農機列入補助牌型時作為參考核定之依據。列入牌型之農機通常會考量配合該年度之幾年農業政策及發展之需要。同一機種可能有幾家公司同時研發不同之機型，故核定申請列入補助牌型時，同一種農機之類別即可能有很多家不同的牌型，如割草機、施(噴)藥機…等等。每個年度補助牌型之數量大部分是由延續核列前一年度補助之牌型再加上部分新列入之補助牌型所構成。

圖 1 為民國 82 年至 97 年期間各農機類別列入補助牌型之百分比，如果將申請後第二年度之補助牌型納入計算，則各類別之百分比如圖 2 所示。此期間不管是總補助牌型或是新列入牌型，皆以田間管理機械超過四成為最多(圖 1、圖 2)，各占 43.19%及 42.33%，其次為收穫後處理機械，這段期間這兩種類別之農機補助(圖 3)及測定(圖 5)累計數量隨時間呈穩定成長，且趨勢較其他類別快。田間管理機械於民國 93 年至民國 97 年間蓬勃發展，其累計數量成長速率逐漸加大(圖 3)。民國 82 年至 97 年期間乾燥、搬運、種植、畜牧及整地機械則分別自民國 87、88、88、90 年起才開始有列入補助牌型中，搬運、整地、收穫及畜牧則分別於民國 91、95、96 及 96 年起不再列入補助牌型中(圖 3)。

民國 82 年至 97 年期間補助牌型累計數量共 426 種，此期間新列入之牌型占了補助牌

型數量之 28.9% (表 1)。各年度測定機種與新列入補助牌型之數量，其中除了民國 90、91、95 及 97 年之外，測定機種數量與新列入補助牌型之數量比較，大部分之年度其測定機種數量皆比新列入補助牌型數量多(圖 4)。

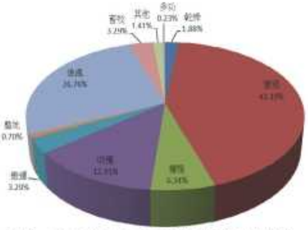


圖 1 民國 82 年至 97 年期間各農機類別列入補助牌型之百分比，資料含各年度所有核列的牌型類別

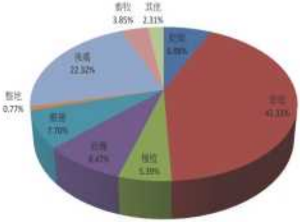


圖 2 民國 82 年至 97 年期間各農機類別新列入補助牌型之百分比，資料僅含各年度新列入的牌型類別，延續核列的牌型則不列入統計

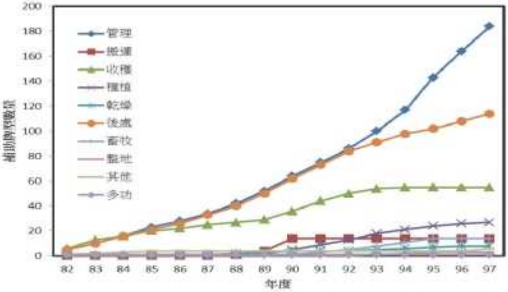


圖 3 民國 82 年至 97 年列入補助牌型之各農機類別隨時間之累計數量

表 1 民國 82 年至 97 年各年度新列入補助牌型數量占當年總補助牌型數量之百分比

年度	總補助牌型數量	新列入補助牌型數量	新列入牌型所占百分比, %	年度	總補助牌型數量	新列入補助牌型數量	新列入牌型所占百分比, %
82	18	3	16.7	90	46	22	47.8
83	18	4	22.2	91	36	10	27.8
84	16	3	18.8	92	34	3	8.8
85	17	5	29.4	93	35	9	25.7
86	12	0	0.0	94	33	8	24.2
87	17	10	58.8	95	38	18	47.4
88	20	5	25.0	96	30	6	20.0
89	27	11	40.7	97	29	6	20.7
					(累計) 426	(累計) 123	28.9

(二)新列入補助牌型數量占總牌型數量及測定機種數量之百分比

比較民國 82 年至 97 年各年度新列入補助牌型數量之百分比(表 1)，以民國 87 年新列入機種數量占當年度總數量之 58.8%為最高、其次為民國 90 年之 47.8%及 95 年之 47.4%，最低為民國 86 年，當年未新列入補助牌型。民國 88 至 90 年間，測定機種數量雖然沒有明顯增加(圖 5)，但因民國 89 年及 90 年之計畫經費比起民國 88 年都增加許多，致使此期間年度補助牌型數量及新列入牌型數量都逐步增加，民國 90 年其補助機種數量達到巔峰，達 46 種牌型(圖 5)，但當年度新列入牌型之數量仍占有總牌型數量之 47.8%。接下來民國 91 年至 93 年間，總牌型數量略有下降，補助總台數也略有增加，但因計畫經費持續增加，各年度每台平均補助單價也較民國 90 年高(圖 6)。新列入補助牌型之數量與各年度補助牌型之數量隨時間之變化趨勢大致吻合，不過與測定牌型數量之關聯性看來不是很高。民國 82 年至 97 年度新列入補助牌型之數量共計 123 種(表 1)，占這期間測定數量之 60.6%，所以有將近四成左右的新型農機於性能測定後未申請列入補助牌型或少部分有申請但未被列入，未申請列入補助牌型的一部分可能是為因應許多縣市政府等單位之農機具補助也將性能測定納為補助要件之緣故。

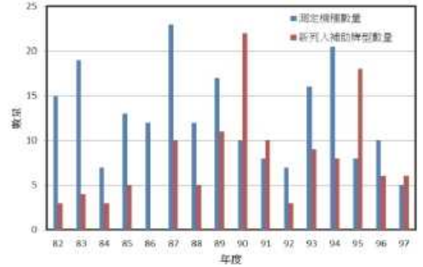


圖 4 民國 82 年至 97 年各年度測定機種與新列入補助牌型之數量

圖 5 民國 82 年至 97 年各年度新型農機測定機種、補助牌型與新列入補助牌型之數量隨時間之變化情況

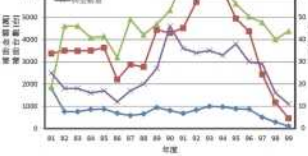


圖 6 民國 81 至 99 年計畫編列新型農機補助之台數、金額及牌型數量(徐及林，2013)

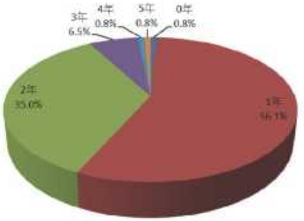


圖 7 新申請列入新型農機補助牌型之年度離該機種測定之年度時間差之百分比(0 年為測定通過之年度與申請後被列入補助牌型之年度相同)

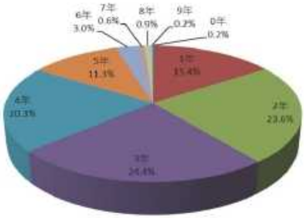


圖 8 申請列入新型農機補助牌型之年度離該機種測定之年度時間差之百分比(0 年為測定通過之年度與申請後被列入補助牌型之年度相同)

(三)新型農機列入之年度與性能測定之年度間之時間差

從民國 82 年至 97 年，新申請新型農機列入補助牌型之年度與測定年度之時間差在 0~1 年度的機種比例有 56.9%、2 年度的有 35.0%、3 年度的有 6.5%(圖 7)，故新申請列入補助之牌型其時間差在 2 年度以內達 91.9%，如於 3 年度內之比例合計超過 98%，顯示經核定列入新型農機補助牌型之年度距測定之年度其時間差通常都不長。如果將機種列入補助牌型後，第 2 年度以後也繼續列入補助的牌型進行分析(圖 8)，則時間差在 5 年內的機種比例也達 95.2%。由此看出包括繼續核列之牌型在內，幾乎都是離測定 5 個年度時間差以內的牌型，如果未來仍有新型農機需要補助的場合，其核列年度與性能測定年度的時間差即可考量列入核駁的重要因子之一。

五、結語

為促進農業之發展，近年來台灣對於農業機械化及自動化之推廣不遺餘力，此期間之新型農機補助計畫即扮演極為重要的角色，因其不僅對農業機械產業有所助益，農民也可在負擔較輕的情況下購置機械。分析民國 82 年至 97 年近二十年新型農機核列補助之計畫資料顯示，其類別以田間農業機械為大宗，其次為收穫後處理機械，此期間補助牌型新核列之數量占總核列數量之 28.9%。以數量來看，共核列 426 種牌型，其中以民國 90 年核列之數量 46 種為最多。各年度計畫新列入之補助牌型隨年度之變化其趨勢與各年度核列補助牌型之數量隨時間之變化大致一致。各年度新補助牌型列入之年度與其機種辦理性能測定之年度其時間差在 2 年度以內的有 91.9%，如果延續核列之牌型仍納入計算，則總補助牌型列入年度與其機種辦理性能測定年度之時間差在 5 年度以內占了 95.2%。

參考文獻

1. 徐武煥、林木連。2013。我國辦理農機性能測定機種應用類別之演變與數量之消長狀況。台灣農業機械雙月刊(投稿中)。

Machinery Subsidization in Relation to Historical Performance Testing of Agricultural Equipments

Wu-Huan Hsu[1], Mu-Lien Lin[2], Yin-Chou Bai[3]

[1] Assistant Researcher, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2] Researcher & Division director, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[3] Senior Specialist, Agriculture and Food Agency, COA

Abstract

In Taiwan, implementing newly-developed agricultural machinery performance testing has been over 40 years. However, there is quite limited literature analysis on the types and quantity of subsidized machines. This research classified the agricultural machineries according to the operational purposes, analyzing the types of and the quantity of the newly-developed agricultural machineries included in annual subsidy programs and comparing trend differences between the year included in the subsidy program and performance test for 20 years. The results showed that the type number of agricultural machineries included in annual subsidy programs was 426 from 1993 to 2008, during this period, with the percentage of new (first) application applied and the type included in programs was 28.9% and the rest of the types being extensionally included in annual programs. During this period, the type of machinery with maximum percentage was that of agricultural machineries for crop management. The maximum number of subsidy types was 46 in 2001. As for the time difference between the year of including in the annual subsidy program and the performance test, the results showed that machineries newly included in annual programs in two years was 91.9%. If the data combined with extensionally part, the time difference in five years was 95.2%.

Keywords: Newly-developed agricultural machinery, Subsidy, Performance test, Time difference.

蒜瓣去膜機蒜膜回收裝置之研製

鍾瑞永[1]、楊清富[2]、李健[2]

[1]行政院農委會臺南區農業改良場 副研究員
[2]行政院農委會臺南區農業改良場 助理研究員

摘要

本研究進行蒜膜回收裝置收集機構適用性評估，並配合蒜膜回收裝置入料設計進行匹配試驗及改良；設計各部機構並試製雛型機，使進料、減量處理及出料回收作業依序一貫完成。開發蒜瓣去膜機蒜膜回收裝置，改善原回收方式佔用空間、造成粉塵及後續處理不便等問題，除在蒜瓣去膜作業後予以適當減量處理使蒜膜不佔空間外，並可將粉塵分離易於後續處理或回收利用，使進料、減量處理及出料回收作業一次完成，易於蒜膜回收再利用，使蒜瓣去膜完全機械化有效降低生產成本。根據試驗結果蒜膜細碎度已達設計需求，蒜瓣脫膜每台斤平均產生 0.96 L，蒜膜經減量機構處理後容量平均減少為 0.24 L，即處理前後容量減少 75%以上，細碎蒜膜成細條狀平均長度約 6 mm，試製之減量機構可同時處理 3 台以上脫膜機處理量。

關鍵詞：蒜頭、去膜機、回收裝置。

一、前言

大蒜可分為青蒜及蒜頭，主要產區為雲林、嘉義、台南等地區，為國人重要的食品調味佐料，蒜頭之淬取成分也可提供製藥或作健康食品，國內、外市場需求極大。蒜頭大部份提供食用，食用蒜頭經過剝瓣選別分級及去膜以後送到市場銷售。惟臺南區農業改良場原開發機型蒜瓣去膜所留之蒜膜僅以尼龍網袋未經任何前處理即予收集，除佔用空間外，也易造成粉塵後續處理甚為不便。為改善此問題，本研究藉蒜膜回收裝置的開發，在蒜瓣去膜作業後即予適當減量處理，並將粉塵分離，使蒜膜不佔空間易於處理，改善原回收方式佔用空間、造成粉塵及後續處理不便等問題，易於蒜膜回收再利用，使蒜瓣去膜完全機械化有效降低生產成本。

二、材料與方法

(一)試驗設備

1. 蒜瓣去膜機：配合臺南區農業改良場所研製之蒜瓣去膜機進行蒜膜回收裝置開發，蒜瓣去膜機主要原理係利用熱風先將蒜瓣加溫，再利用高壓氣流去膜之機械，減少水洗去膜發酵所造成的蒜瓣品質變劣，作業能力 100kg/hr 以上，去膜率 96%以上，損傷率 1%以下。
2. 蒜膜回收裝置：主要機構包含小蒜粒回收機構、粉塵分離機構、蒜膜減量機構及密閉式蒜膜回收槽，可使蒜膜進料、減量處理及出料回收作業一次完成。

(二)研究方法

1.蒜瓣去膜機蒜膜收集機構改良

進行原有蒜瓣去膜機蒜膜收集機構性能測試，配合蒜膜回收裝置雛型機進料機構，改良蒜瓣去膜機蒜膜收集機構，提昇其入出料匹配度。

2.蒜膜回收裝置雛型機測試及改良

配合試製改良完成之雛型機，依其作業特性規劃可行之試驗方式，進行試驗與性能調查分析，分析蒜膜回收裝置主要性能及作業效率，並探討雛型機作業流程之適用性。

3.蒜膜回收裝置試製

根據蒜膜物性，規劃最適機構配置及作業方式，設計各主要機構如小蒜粒收集機構、蒜膜粉塵分離機構及蒜膜回收減量處理機構等，並進行蒜膜回收裝置試驗機機構配置試製。

4.蒜膜減量處理機構測試改良

配合蒜膜回收裝置雛型機進行蒜膜減量處理機構性能測試，評估蒜膜研磨機組適用性並進行必要之改良，提昇蒜膜入出料精確度及與整體回收裝置之匹配性。

5.試驗機性能測試

配合試製改良完成之試驗機，依其作業特性規劃可行之試驗方式，進行耐久試驗與性能調查分析，分析蒜膜回收裝置主要性能及作業效率，建立蒜膜回收機械化處理技術。

三、結果

(一)蒜瓣去膜機進料裝置改良：

1.為改善原蒜瓣去膜機蒜瓣從預熱裝置進料至去膜裝置進料量不均勻的情形，改良設計一活動式進料裝置(如圖 1)，除具原有進料導流作用外，並可擾動蒜瓣使進料更為順暢均勻。同時因為活動式進料裝置之設計，可使進料口於進料時加大(如圖 2)，可直接應用於蔥頭去膜，一般蔥頭去膜時不先剝瓣，因此進料口適當加大可使蔥頭均勻進料，

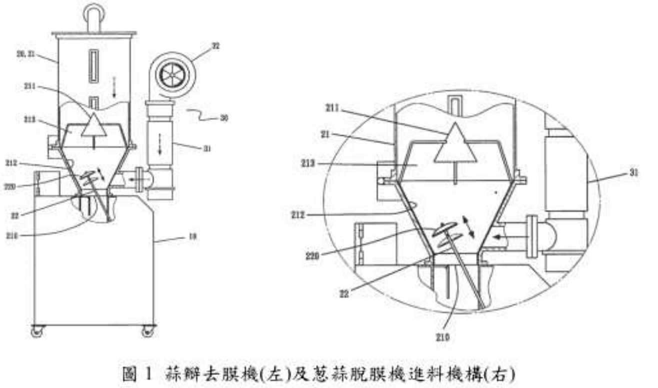


圖 1 蒜瓣去膜機(左)及蔥蒜脫膜機進料機構(右)

特別是經貯存且已出芽之蔥頭，如以原蒜瓣去膜機進料裝置去膜，進料量不穩定的現象尤為明顯。根據試驗結果顯示，可使蒜瓣進料更為均勻，並可直接應用於蔥頭去膜(如圖 3)，使蒜瓣去膜機多用途化。本改良設計「蔥蒜脫膜機進料機構改良」已獲新型專利第 M 413345 號。

2.蔥蒜脫膜機進料機構改良，主要係在儲料預熱筒的出料口上方，設置一推料桿，推料桿與位在出料口上方的擋帽中心呈銳角設置，推料桿受一驅動機構驅動可作直線往復運動，且推料桿頂端設置一推料帽。藉推料桿的設置，俾推料桿可對經由擋帽與儲料預熱筒內壁間批次入料的物料，進行推料動作，使物料能順利落入去膜機構內。

(二)蒜膜回收裝置：主要機構包含小蒜粒回收機構、粉塵分離機構、蒜膜減量機構及密閉式蒜膜回收槽。

1.小蒜粒回收機構：由一不銹鋼製回收槽及離心式抽風機組成，利用離心式抽風機動力將蒜瓣去膜機蒜膜出口處之蒜膜及小蒜粒同時抽出，因小蒜粒較重留置於回收槽，大部份蒜膜可經離心式抽風機送至粉塵分離機構。根據試驗結果顯示，可完全將蒜膜抽出並送至粉塵分離機構，回收槽則僅留置小蒜粒及蒜粒梗頭。

2.粉塵分離機構：利用旋風分離原理，將殘留於蒜膜之粉塵分離，粉塵由分離機構上方出口排出，經粉塵分離處理後之蒜膜則由分離機構下方出口送出至蒜膜減量機構。經粉塵分離機構處理之蒜膜，除可先將粉塵分離外，亦因離心式抽風機及旋風分離筒風力作用使蒜膜先行粗碎化。

3.蒜膜減量機構：規劃設計以研磨方式將粉塵分離已淨化及風力粗碎之蒜膜導入蒜膜減量機構細碎，設計主要目的係藉蒜膜細碎化減量再回收，可使後續利用處理更為簡便。主要由進料單元、研磨單元及出料單元組成，進料單元可將自粉塵分離機構送出的粗碎蒜膜導入研磨單元，將粗碎蒜膜再予細碎減量，再由出料單元送出蒜膜細碎粉末，並由密閉式蒜膜回收槽回收，有效減少蒜膜貯放空間，便於後續處理再利用。

4.密閉式蒜膜回收槽：試製密閉式蒜膜回收槽並設計抽取式蒜膜粉回收盒，將經粉塵分離處理後之蒜膜研磨成粉狀再予回收，達蒜膜減量及易於後續處理之設計目的。

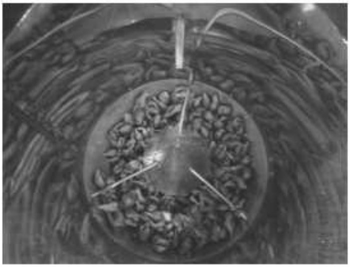


圖 2 蔥蒜脫膜機進料機構

圖 3 蔥頭機械去膜

(三)試驗機性能測試：根據試驗結果蒜膜細碎度已達設計需求，蒜瓣脫膜每台斤平均產生 0.96 L(如圖 4)，蒜膜經減量機構處理後容量平均減少為 0.24L，即處理前後容量減少 75 %以上，細碎蒜膜成細條狀平均長度約 6 mm(如圖 5)，試製之減量機構可同時處理 3 台以上脫膜機處理量。

四、討論

(一)大蒜可分為青蒜及蒜頭，主要產區為雲林、嘉義、台南等地區，為國人重要的食品調味佐料，蒜頭之淬取成分也可提供製藥或作健康食品，國內、外市場需求極大。蒜頭大部份提供食用，食用蒜頭經過剝瓣選別分級及去膜以後送到市場銷售。

(二)台南場 88 年研製利用熱風先將蒜瓣加溫，再利用高壓氣流去膜之機械，減少水洗去膜發酵所造成的蒜瓣品質變劣，作業能力 100 kg/hr 以上，去膜率 96%以上，損傷率 1%以下，經農試所性能測定通過並列為新型農機補助機種成功推廣農民使用，促使蒜瓣去膜機械化降低作業成本。惟原開發機型蒜瓣去膜所留之蒜膜僅以尼龍網袋未經任何前處理即予收集，除佔用空間外，也易造成粉塵後續處理甚為不便。為改善此問題，本計畫藉蒜膜回收裝置的開發，在蒜瓣去膜作業後即予適當減量處理，並將粉塵分離，使蒜膜不佔空間易於處理，並可回收再利用。

(三)開發蒜膜回收裝置改善傳統蒜膜處理作業方式，除在蒜瓣去膜作業後予以適當減量處理使蒜膜不佔空間外，並可將粉塵分離易於後續處理或回收利用。

(四)蒜瓣去膜機下料裝置改良設計及功能測試，根據試驗結果顯示，可使蒜瓣下料更為均勻，並可應用於蔥瓣去膜，使蒜瓣去膜機多用途化。

(五)完成蒜膜磨碎減量處理機構改良及性能測試，根據試驗結果蒜膜細碎度已達設計需求，目前進行蒜膜回收裝置整體作業能力試驗。

(六)小蒜粒回收機構及密閉式蒜膜回收槽試驗機試製，回收小蒜粒並將經粉塵分離處理後之蒜膜研磨成粉狀再予回收，達蒜膜減量及易於後續處理之目的。

圖 4 蒜瓣機械脫膜(未減量處理)

圖 5 經減量機構處理後之蒜膜

參考文獻

1. 周宗武譯。1981。農業機械學。科技圖書股份有限公司。
2. 施清田、鄭榮瑞。1999。南改型蒜頭剝瓣選別分級機。台南區農業改良場技術專刊 88-5(NO.91)。
3. 施清田、鄭榮瑞。1999。南改型蒜瓣去膜機。台南區農業改良場技術專刊 88-7(NO.93)。
4. 張兆豐。1986。標準機械設計圖便覽。臺隆書店。
5. 劉鼎嶽。1990。機械設計。國立編譯館主編東華書局印行。
6. 關昌揚。農業機械學概論。徐氏基金會出版。

Development of a Recycling Device to Collect Membrane for Garlic Membrane Remover

Jui-Yung Chung[1], Ching-Fu Yang[2], Chien Li[2]

[1] Associate Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Assistant Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

A membrane recycling device attached to garlic membrane remover was developed and tested in this study. Some shortcomings like operation space consumption, dust pollution and inconvenient post-handling would be improved, and feeding, reducing and discharging operation of garlic membrane could be operated at the same time by using this membrane recycling device. With this device, garlic recycling operation may become easier and garlic membrane removing operation could be more mechanized and cost down effectively. According to test results, the grinding level of this device had met design requirements and one membrane recycling device could work with 3 garlic membrane remover at the same time. The volume of garlic membrane could be reduced to 75% after grinding process and the ground garlic membranes become to thin stripe types with average length of 6mm.

Keywords: Garlic, Membrane remover, Recycling device.

二維剖面流場模擬應用於溫室設計之研究

李健[1], 鍾瑞永[2], 楊清富[1]

[1]行政院農委會臺南區農業改良場 助理研究員
[2]行政院農委會臺南區農業改良場 副研究員

摘要

本研究以計算流體力學來分析台荷溫室結構在外部風場驅動下內部流場的特性，在狹長的四行 Venlo-type 溫室架構下，不考慮邊緣效應而以二維剖面的方式來作分析。假設外部風場速率為 0.5 m/s，在溫室內部空無一物的情況下，分析了天窗及側捲揚在不同開啟姿態下的內部流場狀況。天窗及側捲揚的適當配置，可抑制流入空氣尋最短路徑的趨勢，有效提高溫室內空氣的換氣流動。此外放置擾流板於適當位置可有效消除附壁效應，避免流入空氣從後鄰天窗直接流出，而目前的溫室設計架構只有迎風面第一扇天窗可擷取外部風場。

關鍵詞：計算流體力學、二維剖面、溫室。

一、前言

溫室提供作物環境保護，使作物免於劇烈氣候及病蟲害的侵襲，然而由於溫室屬於封閉性空間，在太陽光照射下會使熱能累積而無法排放。目前的溫室栽培設施均須搭配抽風扇及水牆，藉由蒸發冷卻來降低溫室內溫度，然而抽風扇需要耗用電力，且水牆材料經久會累積污垢需定時更換。因此採用被動式自然通風的降溫設計是未來發展節能溫室重要方向，本研究模擬分析的對象為 2013 年台南區農業改良場與荷蘭 Wageningen University 國際合作下，由荷方針對台南氣候條件所設計的溫室，主要栽植作物為番茄。本文將探討在有外部風場下，二維剖面溫室的天窗及側捲揚開啟配置對內部通風效果的影響，及外來可進一步研究的方向。

二、模擬建置與操作變因選擇

(三)模擬模式

農業溫室的外形主要為狹長型，且任意長度位置的截面形狀一致，因此若要以計算流體力學(Computational fluid dynamics)方法來分析其空氣流場，二維剖面溫室模擬將會是能提供具一般性參考價值、大幅縮短計算時間及簡潔呈現數據的有效方法。因此研究者將可快速修改溫室剖面設計及相關幾何配置，快速進行有效設計評估，這對研究初期的前端摸索測式來說可省下許多寶貴時間及資源；另一方面，採用三維模擬需耗費龐大計算時間，其有效價值利用是在後端的完整設計概念驗證及取代高成本實體雛型測試。

圖 1 為台南區農改場委託奇園園藝設計有限公司針對荷方設計進行溫室建造的南面施工設計圖，此圖即為狹長溫室的剖面，具有四行屋脊，寬度為 19 公尺，深度為 36 公尺。此溫室在所有天窗最大開啟的情況下，開口率為溫室面積的 50%，會設計成如

此高的開口率，主要是希望能增強熱脹浮力效應所產生的自然對流增強。本研究目前只針對外部風場效應，並未針對太陽輻射加熱進行分析，所以無法評估如此高的開口率能力是否有效降低加熱空氣疊積。待將來溫室建造完成時，分析結果將可以與實際實驗做比較來驗證模擬的準確性，所以研究中針對溫室內無物體的假設進行模擬。

(四)操作變因選擇

本文的溫室剖面結構採用本農改場台荷國際合作所規劃設計之 Venlo 型四列溫室，操作變因為天窗及側捲揚開合配置，並由不同開合配置分析結果，找出能使溫室內氣流具最均勻流通的配置。

(五)模擬軟體條件設定

本研究模擬環境及條件概述如下

- 不可壓縮空氣流體：在空氣流速慢的情況下，可以假設空氣為不可壓縮。
- 不考慮邊界層效應：空氣為稀薄流體，此外模擬的空間尺度大，忽略此效應不影響結果趨勢，此外可以增加求解的收斂速度及降低網格密度。
- 空氣流體等溫：無考慮太陽輻射加熱效應
- 外部左側水平風場 0.5m/s
- 採用 turbulent flow κ-εmodel
- 溫室內部空無一物
- 計算結果以速率場(speed field)及流線(streamline)呈現

圖 2 為本模擬的場域統御微分方程組，其中 ρ 為流體密度、μ 為黏滯系數、p 為壓力、**u** 為速度場。

圖 3 為二維剖面 CFD 的區域設定，灰色區域為空氣，線條為邊界，最左邊外圍為風場進氣面(inlet) ，最右邊外圍則為風場出氣面(outlet)，所有的邊界皆設為滑動(slip boundary)。圖 4 為模擬過程中誤差隨著迭代次數增加而不斷收斂至接近零，在模擬設定裡誤差收斂閥值設為 0.001。

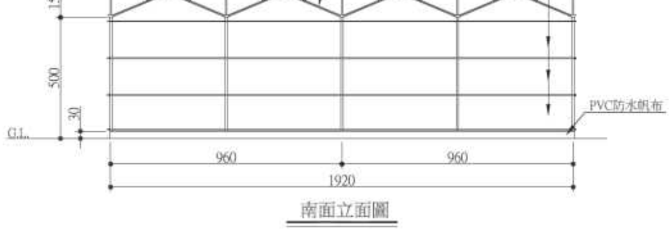


圖 1 台荷溫室施工圖剖面結構

$$\rho(\mathbf{u}\cdot\nabla)\mathbf{u} = \nabla\cdot\left[-p\mathbf{I} + (\mu+\mu_T)\left(\nabla\mathbf{u} + (\nabla\mathbf{u})^T\right) - \frac{2}{3}(\mu+\mu_T)(\nabla\cdot\mathbf{u})\mathbf{I} - \frac{2}{3}\rho k\mathbf{I}\right] + \mathbf{F}$$

$$\nabla\cdot(\rho\mathbf{u}) = 0$$

$$\rho(\mathbf{u}\cdot\nabla)k = \nabla\cdot\left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_k}\right)\nabla k\right] + P_k - \rho\epsilon$$

$$\rho(\mathbf{u}\cdot\nabla)\epsilon = \nabla\cdot\left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_\epsilon}\right)\nabla\epsilon\right] + C_{\epsilon 1}\frac{\epsilon}{k}P_k - C_{\epsilon 2}\rho\frac{\epsilon^2}{k}, \quad \epsilon = \mathrm{ep}$$

$$\mu_T = \rho C_\mu \frac{k^2}{\epsilon}, \quad P_k = \mu_T\left[\nabla\mathbf{u}:\left(\nabla\mathbf{u} + (\nabla\mathbf{u})^T\right) - \frac{2}{3}(\nabla\cdot\mathbf{u})^2\right] - \frac{2}{3}\rho k\nabla\cdot\mathbf{u}$$

圖 2 模擬場域統御微分方程組

圖 3 灰色區域為模擬空氣區域設定，線條為邊界。

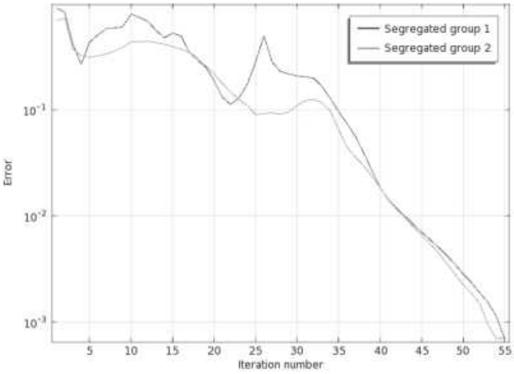


圖 4 模擬過程中誤差隨著迭代次數增加而收斂

三、結果

(一)在外部風場的吹拂下，不管天窗開啟角度為何，只有迎風面的第一扇天窗能灌入氣流，後面其餘天窗皆無法擷取到風場。

(二)流入溫室內之氣流會尋最短路徑流出室外，因此兩邊側捲揚中只要開啟迎風面側即可導引底部流入氣流往上流。

(三)進入第一扇天窗的氣流會因附壁效應(Coanda effect)，沿著屋頂尋最短路徑流出室外(圖 5)，於路徑插入擾流板(baffle)，可導引氣流往下流(圖 6)。

(四)圖 6 為溫室天窗及側捲揚最佳開合配置，並放置入擾流板。

四、討論

利用外部風場的自然通風式溫室仍有許多設計改善的空間，從分析的結果來看，天窗及側捲揚的適當配置，可抑制流入空氣尋最短路徑的趨勢，有效提高溫室內空氣的換氣流動。此外放置擾流板於適當位置可有效消除附壁效應，避免流入空氣從後鄰天窗直接流出，而目前的溫室設計架構只有迎風面第一扇天窗可擷取外部風場。在國外類似研究文獻中(E.J. Baeza et al., 2007)，皆有與本研究類似的模擬趨勢(圖 7)。

二維溫室剖面模擬確實能迅速評估溫室設計對流場的影響，然而其實際準確度有多少，在未來仍需與三維模擬作驗證比較。未來可再進一步研究的方向為頂部天窗外形及開啟位置的設計，設計出可導引氣流進入所有天窗的屋頂流線外形將會是重要挑戰與突破。除此之外，模擬未來將加入太陽輻射加熱效應，並與外部風場吹拂效應進行耦合模擬，亦會考慮內部植栽槽阻隔及防蟲網流動阻力的效應，以期最終能夠提供更加精確可靠的溫室設計模擬工具。

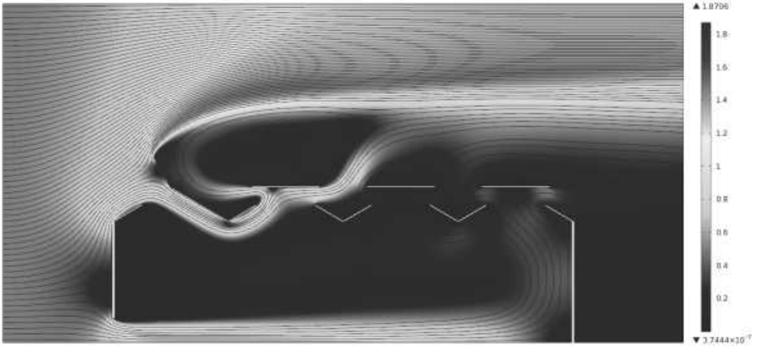


圖 5 流入天窗的氣流尋最短路徑流出室外。

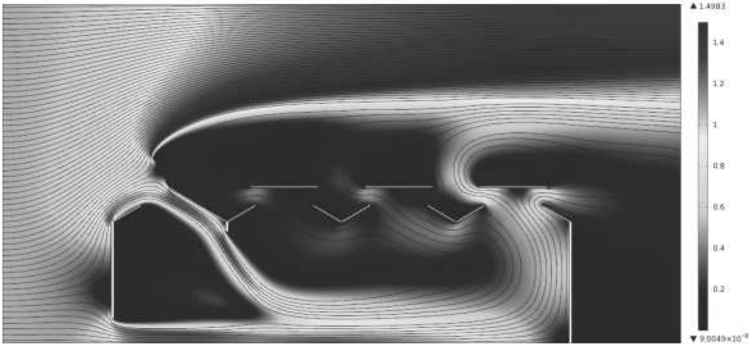


圖 6 溫室天窗及側捲揚最佳開合配置。

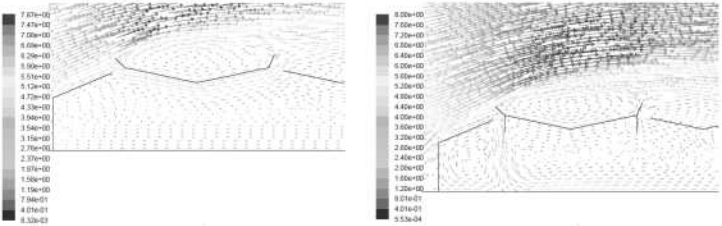


圖 7 國外研究文獻的模擬中亦有與本研究類似之趨勢
左圖：氣流會尋最短路徑流出室外　右圖：使用擾流板可促進氣流流入室內深處

參考文獻

1. Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2001. Fundamentals of Fluid Mechanics. Wiley.
2. E.J. Baeza, J.J. Perez-Parra, J.C. Lopez, J.I. Montero. 2007. CFD Simulation of Natural Ventilation of a Parral Greenhouse with a Baffle Device below the Greenhouse Vents. ISHS Acta Horticulture 801: International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management.

Application of 2D Profile CFD Analysis on the Design of Greenhouse

Chien Li[1], Jui-Yung Chung[2], Ching-Fu Yang[1]

[1] Assistant Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Associate Agricultural Engineer, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

This study analyze the internal flow properties of four-span Venlo-type greenhouse under 0.5 m/s wind blow with the 2D profile computational fluid dynamics technique, where the end effect of greenhouse is neglected. On the condition of empty greenhouse, the effects of different top and side windows configuration on internal flow are analyzed, and the best setup for enhanced internal air exchange is found. Only the first top-window facing wind blow can take air indoor under the current design. Besides, the properly-situated baffle plates can eliminate the Coanda effect, and guide air flow deeper.

Keywords: CFD, 2D profile, Greenhouse.

離心式瓜果種子溫湯消毒機之研發

施清田[1], 張光華[2], 陳任芳[1], 蔡依真[2], 黃鵬[3], 楊大吉[1]

[1]行政院農委會花蓮區農業改良場 副研究員
[2]行政院農委會花蓮區農業改良場 助理研究員
[3]行政院農委會花蓮區農業改良場 場長

摘要

離心式瓜果種子溫湯消毒機，以物理方法溫湯消毒代替化學藥劑消毒，可適用於有機栽培及慣行栽培種子消毒，減少農藥的使用及對環境的污染，降低生產成本，提高農民收益，提升有機栽培健康優質種苗。主要結構為一可密封加壓的溫湯槽，其內部設有離心旋轉槽，藉由溫湯槽與冷、熱水槽、真空泵浦、鼓風機、排水管、排氣管、溫度控制系統及微電腦控制器等之結構連結，俾可對離心旋轉槽內的瓜果種子進行熱水消毒、殺菌、脫水、烘乾等之作業者。

關鍵詞：瓜果、種子、溫湯、消毒機、離心式。

一、前言

有機栽培是目前政府極力推廣的農作物栽種方法，在栽培過程中不能使用任何農藥及化學肥料，是一種取得環保生態及產量平衡的生產方式，可以維護環境、保持土壤的健康，對於消費者而言，更有著高品質的意涵及食用安全的保證，因此極受到消費者的喜愛而廣受青睞。而在現今栽種過程中，只要著重田間管理以及改用有機肥料的施作方式，是可以有效達到有機栽培的要求，可是現今在全程有機栽培的實施過程中，卻面臨一急需解決的課題，那就是種子的來源問題。尤其瓜果類作物的市場需求量極大，而其種子往往附有蟲害及許多病原菌，在栽培發芽之前都必須進行消毒殺菌的程序，藉以清除許多的病蟲害，才能確保瓜果種子順利發芽，並在將來避免成株的用藥。開發成功之離心式瓜果種子溫湯消毒機係以物理方法利用旋轉離心式正、負壓差的溫湯方式進行消毒殺菌，可有效而快速的達到無藥式消毒瓜果種子之目的。

二、材料與方法

(一)實驗設備

密封加壓溫湯槽、離心旋轉槽、冷水槽、熱水槽、真空泵浦、鼓風機、排水管、排氣管、溫度控制系統、空壓機、電磁閥、氣壓閥、近階開關、水位計感應棒、供水幫浦、壓力控制器、壓力錶、安全閥、耐蒸氣球閥、氣動式控制閥、加熱器、溫度感應棒、循環馬達、變頻器、增壓熱水馬達、攪拌棒、溫度感應棒、液壓缸、液壓油箱、LED 顯示板、控制系統漏電斷路器、LED 溫度顯示器、斷電器、PLC 電源濾波器、電磁開關、氣動式二通閥、軸承、不銹鋼球閥、三通管、彎管、不銹鋼輸送鏈條、傳動齒輪、計時器、透明視窗、微電腦 PLC 控制器、人機介面操作台、五金材料零件等。

(二)試驗方法

本研究係一種旋轉離心式正、負壓差瓜果種子溫湯消毒機，主要是以溫湯槽結合開關閥控制開關狀態的熱水槽、冷水槽、真空泵浦、鼓風機、排氣管之管道，以及位於溫湯槽下方的排水管，並由控制箱的線路連結所控制操作，溫湯槽係置於機台上之容槽，於槽口處設有密封環，上方有一可昇降控制的上蓋，經由槽口周緣的固定夾結合上蓋；熱水槽係具有加熱器及供熱水循環進、出溫湯槽管道的水槽；鼓風機係於管道中具有加熱器之設計；控制箱係配置時間、溫度、壓力、開關控制器以連動各構件之電路箱；離心旋轉槽係設於溫湯槽內部之多孔槽，槽內分設有複數之容槽以容置種子袋，並具有對應的槽蓋進行鎖固，俾可經由上蓋與溫湯槽結合、固定夾鎖固上蓋而形成密封，依序進行真空抽取、熱水加壓消毒、冷水降溫洗淨、脫水烘乾之殺菌程序以利包裝者(盧，1978)。

三、結果

(一)離心式瓜果種子溫湯消毒機之設計

離心式瓜果種子溫湯消毒機，主要該溫湯槽是構成可密封正、負加壓的結構，並在溫湯槽內部容置離心旋轉槽可容置種子袋，藉由溫湯槽與冷、熱水槽、真空泵浦、鼓風機、排水管、排氣管、溫度控制系統及微電腦控制器等之結構連結，可以熱水導入溫湯槽進行瓜果種子的消毒，並經由脫水、烘乾程序取出無菌的瓜果種子者(野口，1975)。消毒作業流程如圖 1 所示。

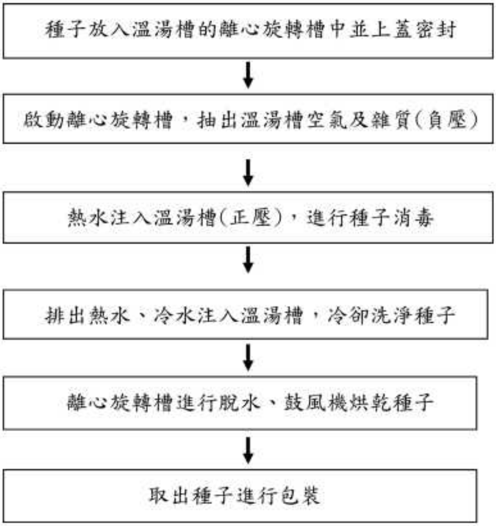


圖 1 離心式瓜果種子溫湯消毒機作業流程

(二)離心式瓜果種子溫湯消毒機之構造與功能

開發成功之離心式瓜果種子溫湯消毒(圖 2)，主要包括溫湯槽、離心旋轉槽、熱水槽、冷水槽、真空泵浦、鼓風機及控制箱所構成：

1. 溫湯槽：係設置於機台上之容槽，槽口處設有密封環，並於上方設有一可昇降控制的上蓋(圖 3)，經由槽口周緣的複數固定夾結合。
2. 離心旋轉槽：係設於溫湯槽內部而受動力啟動之多孔槽，槽內分 4 等分，並具有對應的槽蓋進行鎖固(圖 4)。
3. 熱水槽：係具有加熱器及供熱水循環進、出溫湯槽管道的水槽。
4. 冷水槽：係具有泵浦之連結及供冷水進入溫湯槽管道的水槽。
5. 真空泵浦：係連結溫湯槽之啟動可讓溫湯槽形成真空之設計。
6. 鼓風機：係於管道中具有加熱器之設計。
7. 控制箱：係配置時間、溫度、壓力、開關控制器以連動各構件之電路箱。
8. 透明視窗：係於溫湯槽一側設置透明視窗，以利直接透視內部離心旋轉槽的狀態。

藉由上述之構件，溫湯槽係結合開關閥控制開關狀態的熱水槽、冷水槽、真空泵浦、鼓風機、排氣管之管道，以及位於溫湯槽下方的排水管，並由控制箱的線路連結所控制操作。本研究的瓜果種子溫湯消毒機於溫湯槽內部設有離心旋轉槽供種子袋置入，俾可經由上蓋密封後啟動離心旋轉槽，並由真空泵浦抽取出空氣（負壓），促使瓜果種子的雜質排出並讓瓜果種子的毛細孔形成真空狀態後，開始注入熱水並加壓（正壓）浸泡瓜果種子，使得瓜果種子可在離心旋轉槽的轉動中被充份洗淨（藉由離心旋轉槽的轉動，使瓜果種子與熱水間產生強大的沖洗、揉搓效果），熱水可以順利滲透入瓜果種子的毛細孔中進行完整的消毒殺菌作業，因此可以針對瓜果種子達到完全洗淨的效能。續經冷水冷卻而排水後，即可啟動配置加熱器的鼓風機輸入熱風進行乾燥，促使瓜果種子可以經由完整的消毒殺菌後而取出包裝，達到一貫化作業的完整功能(圖 5)。

試驗南瓜種子經溫湯消毒處理與對照結果如圖 6 所示，試驗不同溫度與時間處理結果如圖 7 所示，苦瓜種子經溫湯處理後育苗期間無病害發生且生長整齊旺盛(圖 8)。

圖 2 離心式瓜果種子溫湯消毒機全貌

圖 3 打開溫湯槽上蓋

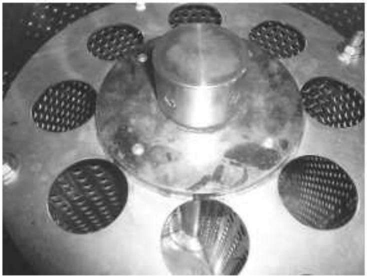


圖 4 溫湯槽之離心旋轉槽

圖 5 離心式瓜果種子溫湯消毒機操作

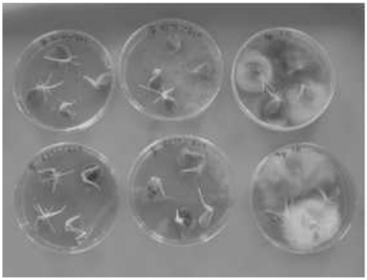


圖 6 南瓜種子經溫湯消毒處理後與對照組比較明顯無立枯病發生

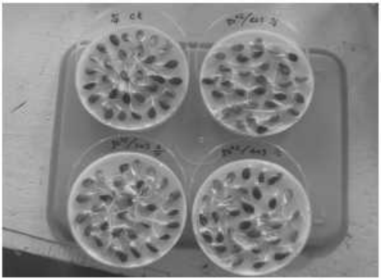


圖 7 南瓜種子經溫湯不同溫度與時間處理後發芽提早且根系生長良好

圖 8 苦瓜種子經溫湯處理後育苗期間無病害發生且生長整齊旺盛

四、討論

開發成功之離心式瓜果種子溫湯消毒機，以物理方法代替化學藥劑消毒，適用有機及慣行栽培之種子消毒，減少農藥使用及對環境的污染，降低生產成本，提高農民收益，提升有機栽培健康優質種苗。使用本機可消除西瓜種子本身感染的蔓割病及果斑病、南瓜種子本身感染的立枯病及苦瓜種子本身感染的萎凋病、葉枯病及炭疽病等病害所引起之損失，全面推廣每年可節省藥劑費用 1 億元以上，提升生態效益及經濟效益。試驗結果利用離心式瓜果種子溫湯消毒機消毒處理後播種，比慣用法提早 2 天發芽，比慣用法提早 2-3 天移植，且根系生長旺盛，殺菌消毒效果良好。本機已獲得經濟部智慧財產局發明專利（專利號碼第 I362274 號），相關技術已透過非專屬授權方式技術移轉「三群有限公司」商品化量產製造，以嘉惠農民。

參考文獻

1. 野口尚一。1975。機械設計與製圖，189-201。台南：正言出版社。
2. 盧福明譯。1978。動力農業機械。初版，259-271。台北：徐氏基金會。

Development of Centrifugal Warm-water Sterilizer for Seeds of Melons and Fruits

Ching-Tien Shih[1], Kuang-Hua Chang[2], Jen-Fang Chen[3], Yi-Chen Tsai[4], Peng Huang[5], Ta-Chi Yang[6]

[1] Associate Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[2] Assistant Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[3] Associate Plant Pathologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[4] Assistant Plant Pathologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[5] Director, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[6] Associate Entomologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

The centrifugal warm-water sterilizer for seeds of melons and fruits sterilizes the seeds of melons and fruits with warm water instead of using chemicals, suitable for sterilizing the seeds of organic and common plants. It can not only reduce the use of pesticides and the pollution to the environment but also lower the production cost, raise farmers' profit and raise the healthy and high-quality seedlings. Its main structure is a sealable pressing warm-water tank with one centrifugal rotating tank inside. The seeds of melons and fruits inside the centrifugal rotating tank can be sterilized and disinfected with hot water, and dehydrated and dried with the combination of warm-water tank, cold and hot water tanks, vacuum pump, blower, drainage tube, air exhausting tube, temperature control system and micro-computer controller.

Keywords: Melon and fruits, Seed, Warming, Sterilizing machine, Centrifugal.

曳引機附掛式綠肥播種機之研究

施清田[1], 黃　鵬[2], 楊大吉[1], 張光華[3]

[1] 行政院農委會花蓮區農業改良場 副研究員
[2] 行政院農委會花蓮區農業改良場 場長
[3] 行政院農委會花蓮區農業改良場 助理研究員

摘要

曳引機附掛式綠肥播種機之開發，係針對綠肥作物青皮豆、太陽麻、田菁、綠肥大豆等種子設計之播種作業器，主要是紓解人工播種作業之辛勞，及提升播種作業效率及種子撒佈均勻度。播種機安裝位置在曳引機後方與迴轉犁前上方，安裝位置配合種子配出撒佈，在適當高度能有效達到均勻撒佈之作業。傳動方式分為 1.機械式傳動，利用曳引機後輪外接傳動皮帶輪驅動播種機主軸，主軸裝配有 15T、18T、21T、24T、27T：16T 不同齒輪比，經變速裝置改變播種輪配出速度，種子施用量 20-32 kg/ha。2.油壓式傳動，利用曳引機外部油壓聯結流量控制閥，以無段速度調整開關，驅動油壓馬達帶動播種機，種子施用量可調整為 20-80 kg/ha。3.機電式傳動，利用曳引機電瓶 12V100A 為電源，經直流馬達控制器，以無段速度調整開關，驅動直流減速馬達帶動播種機，種子施用量可調整為 20-80 kg/ha。種子撒佈後迴轉犁隨即整地攪拌覆蓋在土壤中，達到播種、整地、覆土一貫化作業，每公頃作業時間 1.5-2.5 小時，作業費用 5-6 千元，節省作業時間 50%以上，節省作業成本 2.5 千元(33%)，發芽率為 86%以上，可抑制雜草，增加土壤有機物。

關鍵詞：綠肥、播種機、附掛式。

一、前言

我國加入世界貿易組織後，如何有效調整稻作生產面積，鼓勵休耕田種植綠肥作物提升地力及田園景觀，已為當前農業發展重要措施。台灣一、二期作休耕田綠肥種植面積 17 萬多公頃，果園種植面積 22 萬多公頃；綠肥作物播種方面皆以人工撒施為主，相當的耗時費力。開發曳引機附掛方式結合整地、機播、覆土等多項工作一次完成，使綠肥作物生長整齊均勻，增加地力，促進綠肥作物栽培機械化，及減少農友田間勞力與人力付出。本機的研發可適用於休耕田綠肥播種及果園草生栽培用綠肥大豆播種，可抑制雜草，增加土壤有機物，改善土壤物理性、化學性及生物性，促使土壤微生物活動，有效維持地力，並促進農作休閒栽培相關作業機械化之程度。

二、材料與方法

(一)試驗設備與材料

曳引機承載迴轉犁一台，轉速計、電瓶、傳動齒輪、油壓零組件、馬達控制器、直流減速馬達、電子磅秤、碼錶、游標卡尺、五金零件、鐵材、傳動元件等。

(二)試驗方法

1.物性調查與基本試驗。

2.曳引機附掛式綠肥播種機之設計。

3.曳引機附掛式綠肥播種機一貫作業機作業性能試驗。

三、結果

(一)物性調查與基本試驗

1.開發各式種子播種輪提供農友選擇，已完成之播種輪有青皮豆、太陽麻、田菁、綠肥大豆等種子用播種輪（施，2009）。

2.進行綠肥作物青皮豆、太陽麻、田菁等種子播種不同深度，調查評估發芽變異情形，做為規劃設計機械撒佈種子後迴轉犁隨即整地攪拌覆蓋在土壤中的不同播種深度，使播種、整地、覆土一貫化作業。

(二)曳引機附掛式綠肥播種機之設計

曳引機附掛式綠肥播種機之開發，係針對綠肥作物青皮豆、太陽麻、田菁、綠肥大豆等種子設計之播種作業器，主要是紓解人工播種作業之辛勞，及提升播種作業時之均勻度。播種機安裝位置在曳引機後方與迴轉犁前上方，安裝位置配合種子配出撒佈，在適當高度能有效達到均勻撒佈之作業。傳動方式分為 1.機械式傳動：利用曳引機後輪外接傳動皮帶輪驅動播種機主軸，經由離合器傳動播種輪。2.油壓式傳動：利用曳引機外部油壓聯結流量控制閥及控制壓力閥開關，驅動油壓馬達帶動播種機。3.機電式傳動：利用曳引機電瓶為電源，經控制器驅動直流減速馬達帶動播種機（野口，1975）。三種傳動方式可依需求搭配使用，種子施用量可調整為 20-80 kg/ha，種子撒佈後迴轉犁隨即整地讓種子攪拌覆蓋在土壤中，達到播種、整地、覆土一貫化作業，發芽率為 86%以上，可抑制什草，增加土壤有機物（施等，2007；施等，2008；盧，1978）。

(三)曳引機附掛式綠肥播種機構造及功能

曳引機附掛式綠肥播種機主要機械結構，包含傳動機構、種子箱機構、播種盒機構、播種輪機構、播種輪毛刷、種子配出撒佈機構等機構所構成，種子撒佈後迴轉犁隨即整地攪拌覆蓋在土壤中，達到播種、整地、覆土一貫化作業（樂等，1995），其作業機構及功能簡述如下：

1.傳動機構分為：

(1)機械式傳動：利用曳引機後輪外接傳動皮帶輪驅動播種機主軸，主軸裝配有15T、18T、21T、24T、27T：16T不同齒輪比，經變速齒輪改變播種輪配出速度，再經離合器傳動播種輪，種子施用量可調整為20-32 kg/ha。

(2)油壓式傳動：利用曳引機外部油壓聯結流量控制閥及控制壓力閥開關，以無段速度調整開關，驅動油壓馬達帶動播種機，種子配出量可調整為20-80 kg/ha。

(3)機電式傳動：利用曳引機電瓶12V100A為電源，經由直流馬達控制器，以無段速度調整開關，驅動DC12V直流減速馬達帶動播種機，種子配出量可調整為20-80 kg/ha。

2.種子箱機構：由四組種子箱組成，每組種子箱設置透明視窗，方便操作者看到內部種子數量，以利隨時補充種子，種子箱為儲存種子用，可容納田菁種子 50 kg、青皮豆種子 45 kg、綠肥大豆種子 42 kg，底端縮小到直徑 5cm 結合播種盒上方圓孔。種子箱內的種子會自然落入播種盒輪槽入口，並自動填入轉動中的播種輪穴孔。種子箱容量大小可依實際需求，要求授權廠商做適當變更。

3.播種盒機構：播種盒含播種盒體及播種盒蓋，由模具射出規格統一，組裝加工容易，每台有四組播種盒，上方圓孔承接住種子箱。播種盒內側的輪槽中心樞設軸心，並加一卡銷，供播種輪的卡槽套入軸心時直接以卡銷卡住套合樞固，軸心另一端結合齒輪後經由鏈條而被動力所傳動。播種盒的輪槽上方入口至底端出口之間具有四弧槽對應播種輪穴孔，且在輪槽入口處的弧槽端面設有一毛刷與輪槽中的播種輪外徑接觸，因此種子箱的種子經由輪槽入口至播種輪穴孔，隨著播種輪旋轉將種子帶動，在落入穴孔中的種子如果有數量太多或角度傾斜而高凸出於穴孔時，先被毛刷抵觸而給以撥離、整平，所以更可確保穴孔內的種子不會因播種輪相對輪槽的轉動而被割傷、破損，促使播種出的種子可順利發芽生長(趙，2002)。

4.播種輪機構：播種輪是由乙烯龍車製完成，內側設有卡槽，可使播種輪套入軸心時直接由軸心的卡銷卡住卡槽而套合樞固，播種輪外側有圓形握把方便播種輪取出。播種輪分為青皮豆、綠肥大豆用種子播種輪外徑 120 mm×厚 38 mm×18 穴，穴孔長 18 mm×寬 12 mm×深 5 mm、田菁用種子播種輪外徑 120 mm×厚 38 mm×18 穴，穴孔長 18 mm×寬 8 mm×深 5 mm 及太陽麻用種子播種輪外徑 120 mm×厚 38 mm×18 穴，穴孔長 18 mm×寬 10 mm×深 5 mm。種子經由播種室之播種輪定量配出均勻撒佈於表土後迴轉犁隨即整地，讓種子攪拌覆蓋在土壤中，達到播種目的，可提升播種均勻度（施等 2007, 施等 2008）。

5.種子配出撒佈裝置：在播種盒底端出口處下方，有一組調整桿鎖固懸設的倒 V 型斜板，種子經由播種輪掉出後，碰撞到倒 V 型斜板而往兩側散落播種，達到均勻撒播效果，倒 V 型斜板的角度及高度可由調整桿進行調整，達到實際播種寬度。種子經由倒 V 型斜板均勻散落播種後迴轉犁隨即整地，讓種子攪拌覆蓋在土壤中以利發芽生長，達到播種、整地、覆土一貫化作業（施等，2009；施等，2010）。

(四)曳引機附掛式綠肥播種機作業性能

1.曳引機附掛式綠肥播種機以附掛方式加以結合，使播種、整地、覆土等多項工作一次同時完成，每公頃作業時間 1.5-2.5 小時，作業費用 4.5-5.5 千元，節省作業時間 1.5-2.5 小時(50%以上)，節省作業成本 1-2 千元(18-27%)。

2.機械式傳動青皮豆損傷率 3.88%，太陽麻損傷率 6.43%，田菁損傷率 1.87%。油壓式及機電式傳動綠肥大豆損傷率 2.43%、太陽麻損傷率 0.78%、田菁損傷率 0.24%。發芽率 86%以上，達到播種、整地、覆土一貫化作業。

四、討論

曳引機附掛式綠肥播種機之開發，經田間試驗結果，雜糧代耕中心業者反應良好，因綠肥作物播種皆以人工撒施為主，本機可結合整地、機播、覆土等多項工作一次完成，使綠肥作物生長整齊均勻，促進綠肥作物栽培機械化，減少農友田間勞力與人力付出。該機可適用於休耕田綠肥播種及果園草生栽培用綠肥大豆播種，可抑制雜草，增加土壤有機物，改善土壤物理性，促使土壤微生物活動。本機已取得經濟部智慧財產局新型專利 2 件(新型第 M342017 號及第 M356373 號)。相關技術已非專屬技術移轉「谷林科技公司及隆源農機廠」商品化量產製造，嘉惠農民。目前已推廣 21 台，播種面積已達 7,000 公頃以上。

參考文獻

1. 施清田、邱澄文、林瑋祥。2007。手推式蔬菜種子直播種機。花蓮區農技報導 73：1-3。
2. 施清田、楊大吉、林瑋祥。2008。花改型曳引機承載施肥整地作畦蔬菜種子播種一貫作業機。花蓮區農技報導 75：1~3。
3. 施清田。2009。附掛式綠肥播種機之研製改良。出自”2009生物機電與農機科技論文發表會論文集(上)”，宜蘭：宜蘭大學。
4. 施清田。2009。曳引機附掛式綠肥播種機。台灣農業機械 24(4)：1-6。
5. 施清田、楊大吉、邱澄文。2009。曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機之研究。行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究彙報 27：45-54。
6. 施清田、楊大吉。2010。花改型曳引機附掛式綠肥播種機。花蓮區農技報導 84：1~3。
7. 野口尚一。1975。機械設計與製圖。P.189-201。台南。正言出版社。
8. 趙志揚。2002。模具概論。台北。全華科技公司。
9. 盧福明。1978。動力農業機械。初版。P.259-271。新北。徐氏基金會。
10. 樂家敏、鄭吉良、朱健松。1995。蔬菜種苗移植供苗機構之設計與試驗。台北。農業機械學刊 4(1)：35-48

Studies on the Hanging Type Green Manure Seeder

Ching-Tien Shih[1], Peng Huang[2], Ta-Chi Yang[3], Kuang-Hua Chang[4]

[1] Associate Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Director, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

[3] Associate Entomologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

[4] Assistant Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

The development of tractors with green manure seeding machines is for the seed of soybean, sun hemp and sesbania to save the labor cost and enhance the efficiency of green manure seed sowing. The device, equipped on the rear part of the tractor and the front upper part of the rotary plow, can efficiently improve sowing work. There are three transmission methods: 1. Mechanic Transmission – Use the transmission pulley at the rear wheel of the tractor to drive the main shaft of the device. The main shaft is set at different gear ratios as 15T, 18T, 21T, 24T, and 27T:16T. The seed sowing amount can be at 20-32 kg/ha by shifting the gear ratio. 2. Oil Hydraulic Transmission – Connect the flow control-valve with the external oil hydraulic of the tractor. The oil hydraulic motor is driven by the stepless speed control regulator to activate the device. The seed sowing amount can be at 20-80 kg/ha. 3. Electromechanical Transmission – The power source is the 12V 100A battery of the tractor. The DC reducing motor is driven by the stepless speed adjusting switch to activate the device. The seed sowing amount can be at 20-80 kg/ha. The operation time each hectare is at 1.5-2.5 hours, operation cost $5-6 thousand, saves the operating time of 50% more, saves the cost of operation $2.5 thousand (33%), the germination rate of these crops is higher than 86% for the integrating operation of sowing and ridging of the device, other benefits, such as inhibiting weed growth and adding organic matter in soil also prove that the machine is advantageous and multifunctional.

Keywords: Green manure, Seeding machine, Hanging type.

連續式種子溫湯消毒機之開發

施清田[1], 陳任芳[1], 潘昶儒[2], 楊大吉[1], 黃 鵬[3], 張光華[2]

[1]行政院農委會花蓮區農業改良場 副研究員
[2]行政院農委會花蓮區農業改良場 助理研究員
[3]行政院農委會花蓮區農業改良場 場長

摘要

連續式種子溫湯消毒機以物理方法連續式溫湯消毒代替化學藥劑消毒，減少農藥使用及對環境污染，降低生產成本，提高農民收益，提升健康優質秧苗。主要結構有自動軟水製造裝置、殺菌蒸氣產生器裝置、溫度感應系統、加溫桶裝置、儲水桶恆溫裝置、溫度控制系統、振動式自動輸送出料裝置、鏈條重疊式輸送裝置、輸送機微電腦溫度控制裝置、溫湯噴灑裝置、冷卻噴灑裝置。該機作業能力每小時300公斤以上。

關鍵詞：連續式、種子、溫湯、消毒機。

一、前言

水稻有機栽培已實施多年，在病蟲害防治上已漸上軌道，惟在育苗階段為減少水稻育苗期發生之苗徒長病、苗立枯病、稻熱病、胡麻葉枯病，目前仍以化學藥劑在稻種浸種前浸漬處理最常被使用。為減少作物受病蟲害侵擾，健康秧苗是一相當重要的概念。秧苗病害主要經由種子及土壤兩種途徑傳染，要培育優質強健秧苗，須做好種子及土壤消毒。一般種子上往往依附有許多病原微生物或蟲害，若未在栽培發芽前進行消毒殺菌程序，除種子本身可能無法順利發芽外，其所帶之病原亦可能蔓延至田間，造成大規模的病源擴散，使得農損更加嚴重。目前育苗業者多使用化學藥劑方式進行種子消毒，處理後再浸種、催芽、播種。然而使用化學藥劑處理，除需擔心其殘留問題外，處理後廢水排至河川大地後之環境污染問題亦不容忽視。現有民間採用批次袋式溫湯消毒方式，使用農民認為太浪費時間及消毒不均勻，效果不佳，不易被育苗業者所接受。此外，近來有機樂活風潮盛行，有機農業要求栽培全程中不使用化學藥劑處理，故若種子使用化學藥劑消毒，亦不符合其需求(蔣，2006；陳等，2006)。

二、材料與方法

(一)試驗設備與材料

自動軟水製造機、鍋爐、油式空壓機、電磁閥、氣壓閥、近階開關、水位計感應棒、供水幫浦、壓力控制器、安全閥、耐蒸氣球閥、氣動式控制閥、溫度感應棒、蒸氣控制閥、變速馬達、變頻器、儲水桶、恆溫用馬達、增壓噴水馬達、攪拌棒、溫湯噴水頭、重疊式輸送帶、振動調速器、微電腦溫度控制顯示器、LED顯示板、LED溫度顯示器、斷電器、PLC 電源濾波器、直流電源供應器、三通管、彎管、乙烯龍板、五金材料等。

(二)試驗方法

主要是鍋爐進行加熱，輸出的水蒸氣對水槽內的水予以加熱後，由泵浦輸出至灑水管進行噴灑，噴出的熱水對輸送帶上的種子予以清洗、消毒殺菌，並在輸送帶末端以冷水清洗、冷卻後收集種子，達到殺菌消毒無藥物的目的(陳，1997；萬等，1972；盧，1978)。

三、結果

(一)連續式種子溫湯消毒機之設計

連續式稻種溫湯消毒機主要是將鍋爐加熱後的水蒸氣輸入水槽中予以加熱而維持恆溫，並經由泵浦輸出至灑水管對輸送帶上的種子進行熱水殺菌消毒，續以冷水清洗、冷卻降溫後而收集種子，達到種子殺菌消毒不使用藥物的目的(周，1981；徐，1982)。

(二)連續式種子溫湯消毒機構造及功能

連續式稻種溫湯消毒機(圖 1，圖 3)主要結構有自動軟水製造、殺菌蒸氣產生器、溫度感應系統、儲水桶恆溫(圖 2)、溫度控制系統(圖 4)、振動式自動輸送出料(圖 6)、鏈條重疊式輸送、輸送機微電腦溫度控制、溫湯殺菌、冷卻降溫(圖 5)等裝置組合構成，復由控制箱的電路連結而可各別啟動(馮，1978；楊，1976；謝，1969；小栗，1978；野口，1975)；其功能及特性如下：

圖 1 進料、消毒、冷卻、出料、收集全貌

圖 2 溫湯槽結構

圖 3 稻種進料輸送

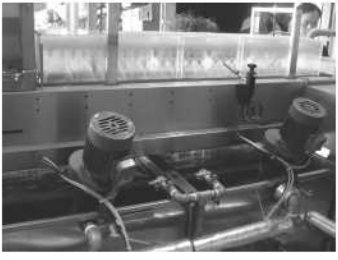


圖 4 恆溫桶、溫度感測、攪拌裝置

圖 5 溫湯殺菌消毒冷卻結構

圖 6 出料收集

1.連續式種子溫湯消毒機以物理方法連續式溫湯消毒代替化學藥劑消毒，可消除稻種本身感染的徒長病等病害所引起之損失，減少農藥使用及對環境污染。
2.該機使用過程簡單精確，操作簡便，可改善作業環境及減少勞動力，降低生產成本，提高農民收益，促進提升有機栽培健康優質秧苗(圖 7，圖 8，圖 9)。
3.可適用於有機栽培及慣行栽培育苗階段之種子消毒，提升健康優質秧苗。
4.作業能力每小時 300-500 公斤(2,400-4,000 公斤/8 小時)，作業費用(油水電)每公噸 650 元(秧苗 0.16-0.2 元/盤，每公噸育苗 3,333-4,000 盤計算)。根據調查慣用法種子藥劑消毒利用太空包每袋 1,000-1,500 公斤，一期作消毒時間 48 小時，二期作消毒時間 24 小時，藥劑費用每公噸 5,000 元(秧苗 1.25-1.5 元/盤，每公噸育苗 3,333-4,000 盤計算)；批次溫湯消毒機作業能力每小時約 100-200 公斤。
5.本機與慣用法比較節省作業時間 67-83%；與批次溫湯消毒機比較快 1.5-3 倍(2.5-5 倍)，節省作業費用每公噸 4,350 元(87%)，殺菌消毒效果良好。
6.一般秧苗每箱賣 30 元，有機秧苗每箱可賣 38 元(賣有機秧苗可多賺 300 箱/公頃×8 元=2,400 元/公頃)，增加效益 27%以上，將來全面推廣每年可節省藥劑費用 1.5 億元以上，提升生態效益及經濟效益。

四、討論

連續式種子溫湯消毒機係以物理方法代替化學藥劑消毒，減少農藥使用及對環境污染，降低生產成本，提高農民收益，提升健康優質秧苗。根據試驗結果稻種溫湯消毒處理後再浸種、催芽、播種，比慣用法提早 2-3 天播種，播種後堆積、綠化到出秧，比慣用法提早 2-4 天插秧，且根系生長旺盛。研發連續式種子溫湯消毒機對消費者而言，不僅有著高品質的意涵，更代表著食用安全的保證，因此受到消費者喜愛，所以「連續式種子溫湯消毒機」的推出，對農民及消費者都是一大福音，對有機產業穩定成長有幫助，減少藥劑費用及污染河川大地，降低生產成本，增加農民收入，全面推廣預計每年節省藥劑費用 1.5 億元以上，提升生態效益及經濟效益。本機已獲得經濟部智慧財產局發明專利 1 件(專利號碼第 I363638 號)及新型專利 2 件(新型第 M374869 號及第 M374869 號)。相關技術已非專屬技術移轉「三群有限公司」商品化量產製造，嘉惠農民。

圖 7 溫湯消毒培育健康優質秧苗根系生長旺盛

圖 8 溫湯消毒有機秧苗插秧後生長情形

圖 9 溫湯消毒有機水稻後期生長情形

參考文獻

1. 小栗富士雄。1978。機械設計圖表。台北：台隆書局。
2. 周宗武 譯。1981。農業機械學。台北：科技圖書股份有限公司。
3. 徐景福 譯。1982。機械公式活用手冊。台北：復文書局發行。
4. 陳福春。1997。PLC可程式控制器原理與實習。台北：高立圖書公司。
5. 陳任芳、楊大吉、陳哲民。2006。水稻苗徒長病非農藥防治法試驗。花蓮區農業改良場研究彙報 24：1-13。
6. 野口尚一。1975。機械設計與製圖。P.189-201。台南：正言出版社。
7. 馮丁樹。1978。農業工程導論。新北市：徐氏基金會。
8. 楊惠春 譯。1976。機械設計。高雄：百成書店印行。
9. 萬迪棣、梁文傑、曹友興。1972。流動力學。台北：大中國圖書公司印行。
10. 蔣汝國。2006。後壁鄉稻田-睡美人產銷輔導。台南區農業專訊 57: 18-21。
11. 盧福明。1978。動力農業機械。初版。P.259-271。新北市：徐氏基金會。
12. 謝建傳。1969。實用機耕農具。台北：臺灣農村。

Development of Continuous Seed Warming and Sterilizing Machine

Ching-Tien Shih[1], Jen-Fang Chen[2], Cheng-Zu Pan[3], Ta-Chi Yang[4], Peng Huang[5], Kuang-Hua Chang[6]

[1] Associate Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[2] Associate Plant Pathologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[3] Assistant Agronomist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[4] Associate Entomologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[5] Director, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA
[6] Assistant Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

The continuous seed warming and sterilizing machine is sterilizing the seed with continuous warm water to replace the use of chemicals in sterilization. This will largely reduce the use of pesticide and its pollution to the environment, lower producing cost, increase farmers' profit, and promote healthy and excellent quality seeding. The machine consists of auto soft water maker, bactericidal steam producer, temperature sensor, heating tank, thermostat equipment for water storage tank, temperature controlling system, vibrating auto conveyor, overlapping-chain conveyor, micro-computerized temperature controller of conveyor, warm water sprinkling device and cooling spraying device, etc. The working capacity per hour of the machine is over 300kg.

Keywords: Continuous, Seed, warming, Sterilizing machine.

有機廢棄物處理機之研製改良

施清田[1], 張光華[2], 黃　鵬[3], 楊大吉[1]

[1] 行政院農委會花蓮區農業改良場 副研究員
[2] 行政院農委會花蓮區農業改良場 助理研究員
[3] 行政院農委會花蓮區農業改良場 場長

摘要

研發有機廢棄物處理機，試驗改良後，能就地處理有機廢棄物，達到就地快速解決有機廢棄物化成有機質肥料，免除垃圾搬運及環保問題，又可利用製造的再生有機質肥料來美化環境及挽救台灣土壤酸化。

關鍵詞：有機廢棄物、處理機。

一、前言

台灣每天家庭垃圾約 3 萬公噸，主要處理方法是焚化處理、掩埋處理、不當丟棄及分類回收等。根據統計廚餘 35%、廢棄物 13%、落葉 7%、回收資源 45%。在養豬尚未企業化前，農家常利用廚餘或餿水養豬；惟油水及養份含量高，易污染及病菌孳生，不符衛生或成為疾病傳染的管道。廚餘分析含有水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、粗灰分及無氮抽出物。如能將 35%的可發酵性廚餘殘羹剩餚利用處理機，經由微生物的分解成為有用植物能吸收之有機資材，提供做綠化環境之花果及盆栽之肥料資材等。從環保觀點，廢棄物資源化處理可解決廢棄物所造成之環境污染。從農業觀點，有機質肥料可活化台灣土壤成為生產、生態與生活之重心。從社會經濟觀點，資源廢棄物有效再利用及延長垃圾掩埋場使用期限，可減少焚化爐的興建成本。為能就地處理廚餘廢棄物，免除搬運及環保問題，有機廢棄物處理機，達到廢棄物再生利用及環境保護效果，使家庭、公寓、社區、大樓、餐廳、工廠、學校、軍營及機關的環境得到美化(施等，1999a, 1999b)。

二、材料與方法

(一)試驗設備與材料

直線型傳動馬達減速機、溫度顯示器、加熱棒、溫度感應棒、排氣鼓風機、三通管、彎管、傳動齒輪、鏈條、近接開關、五金材料零件等。

(二)試驗方法

1. 有機廢棄物廚餘之立式雙槽處理機，設有第一發酵槽及第二發酵槽的結構，讓第一發酵槽的物料進行濾油、脫水後導入第二發酵槽，並在第二發酵槽中回流部份發酵物料至第一發酵槽內，提高第一發酵槽的發酵菌量，促進發酵速度(盧，1978)。

2.處理機處理過程有攪碎、攪拌、加熱、通氣、濾油、脫水、除臭等機構。本機主要結構包含進料、攪碎、第一槽攪拌、濾油、脫水、發酵分解、加熱等裝置；第二槽有機資材成型及出料、回填裝置；可程式控制及傳動輸送裝置等組合而成(吳等，2002；野口，1975)。

三、結果

(一)有機廢棄物處理機之設計

本機主要設有第一發酵槽及第二發酵槽的結構，讓第一發酵槽的發酵物料進行濾油、脫水後導入第二發酵槽，並在第二發酵槽中回流部份發酵物料至第一發酵槽內的設計，提高第一發酵槽的發酵菌量促進發酵速度。本機從進料、攪碎、加熱、攪拌、濾油、脫水、發酵、分解、有機資材出料、回填等一貫自動化作業(圖 1)。

(二)有機廢棄物處理機之構造

主要結構進料、攪碎、第一槽攪拌、濾油、脫水、發酵分解、加熱等裝置；第二槽有機資材成型及出料、回填裝置；可程式控制及傳動輸送裝置等組合而成(圖 2-圖 6)：

1. 攪碎機：係以一入料槽凸設於機台頂端，並在該攪碎機馬達的軸心後方固接有一手動轉盤，作為故障排除專用。
2. 第一發酵槽：係具有攪拌桿之槽體，槽底為濾網結構，並在槽體內設置有加熱器，另於槽底外部則是設有承盤、集油管與濾網相對，且在槽體一側設有閘門。
3. 第二發酵槽：係設置在第一發酵槽閘門下方具有攪拌桿之槽體，並蓋覆有一預留閘門開口的透明視窗罩，且在槽體側方設有出料閘門。
4. 出料閘門：樞接在槽體側方（圖 7），槽體的曲桿一端連結於閘門（出料閘門）上，另端接於伸縮缸的端部，伸縮缸的伸縮行程使曲桿擺動而造成閘門啟閉之動作。

藉由上述之構件，於第一發酵槽與第二發酵槽間設有回填的導料管及通氣管，各部構件的運作經由控制箱所控制，所以當使用者將有機廢棄物廚餘經由入料槽倒入後，即可經由攪碎機進行攪碎後導入第一發酵槽中（如有異物或硬物卡住在攪碎機內時，先關掉馬達電源，由後方的手動轉盤進行往復轉動，排出異物或硬物），接著被槽體內部的攪拌桿持續攪拌、加熱，藉以提高發酵速度，並使有機廢棄物廚餘的水份經由通氣管蒸發，並讓油份從濾網向下滲出滴落至承盤，再集中流往集油管內進行收集，達到去除水份、油份的目的。在經過一段時間的發酵後，經由閘門開啟讓第一發酵槽中的發酵物料落入第二發酵槽中，並讓新的有機廢棄物廚餘再度被送入第一發酵槽中進行加熱、濾油、脫水，而在第二發酵槽內的物料也是被攪拌桿持續攪拌發酵而接近完熟狀態，所以第二發酵槽的發酵物料具有較多的發酵菌，因此可由導料管將第二發酵槽中部份的發酵物料導回第一發酵槽，藉以增加第一發酵槽的發酵、腐熟速度，讓第一發酵槽與第二發酵槽各別具有不同的發酵程度，確保第二發酵槽內的物料一定腐熟程度而經由出料閘門取得。

(三)有機廢棄物處理機之功能及特性

有機廢棄物廚餘之立式雙槽處理機是利用好氣性微生物光合菌種生長活動與繁殖

等過程，快速將有機廢棄物分解，如能將 35%的可發酵性廚餘廢棄物利用處理機，經由微生物的分解而成為有用植物能吸收之有機資材，提供綠化環境之花果園及盆栽之肥料資材，並能就地解決廚餘廢棄物，免除垃圾清運及環境污染問題；功能及特性。

1. 本機作業過程簡單，操作簡便，適用於一般家庭、社區或學校，可改善生活環境及減少勞動力，減少廚房垃圾量，使廢棄物再生有機資材，兼具環保效果。
2. 隨時可投料，48 小時將廚餘化成有機資材。
3. 製造過程中不需添加微生物及除臭劑，不會有惡臭。
4. 本機每天可處理 3 公斤以上的廚餘廢棄物，自進料到有機資材出來大約二天，每天可製造 0.1-0.2 公斤之有機資材，重量比例為原來的 1/15 到 1/30。
5. 製造完成的有機資材根據分析結果含有氮(N)、磷(P)、鉀(K)、鈣(A)、鎂(Mg)等肥料成份，可直接與土壤或泥炭土 1:10-20 的比例混合使用，提供綠化環境之花果、樹木及盆栽等活化土壤(圖 7-圖 9)。

四、討論

有機廢棄物處理機設計上為小型化，對於推動廚餘再生資源利用達到小而美的最佳效益，能就地快速解決有機廢棄物化成有機資材，免除垃圾搬運及環保問題，製造的再生有機資材美化環境及挽救台灣土壤酸化。本機已獲得經濟部智慧財產局發明專利(專利號碼第 I 357835 號)。相關技術已非專屬技術移轉「茅臺機械有限公司」商品化量產製造，以嘉惠大眾。

圖 1 從進料、攪碎、加熱、攪拌、濾油、脫水、發酵、分解、有機資材出料、回填等一貫自動化作業

圖 2 隨時可投料

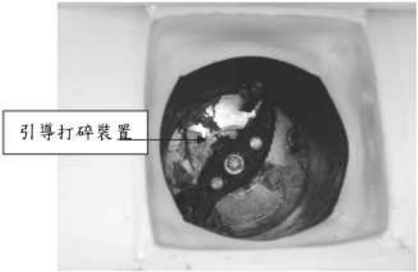


圖 3 打碎裝置

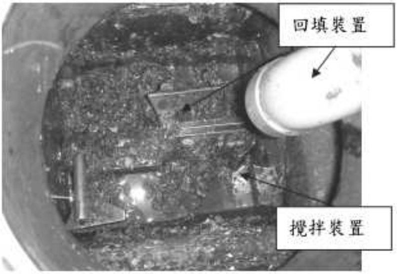


圖 4 打碎後進入第一發酵槽

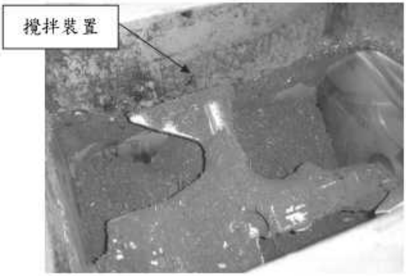


圖 5 第二發酵槽攪拌、回填裝置

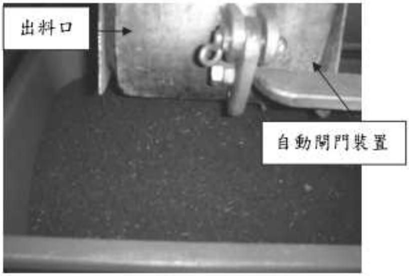


圖 6 有機資材出料

圖 7 有機資材應用，住家庭院綠美化

圖 8 種植蔬菜

參考文獻

3. 吳柏青、陳錫金、林榮信。2002。大型連續式農產廢棄物高速醱酵系統之研發與評估。宜蘭技術學報 9: 95-107。
4. 施清田、鄭榮瑞、黃山內。1999a。南改型高速發酵廢棄物再生處理機(飯渣製肥機)。台南區農業專訊 27: 9-10。
5. 施清田、鄭榮瑞、黃山內。1999b。廚餘垃圾處理高手-快速發酵廢棄物再生處理機之利用。台灣農業 35(3): 90-91。
6. 野口尚一。1975。機械設計與製圖，189-201。台南：正言出版社。
7. 盧福明。1978。動力農業機械。初版，259-271。新北市：徐氏基金會。

Research and Development of Agricultural Machinery in Hualien District

Ching-Tien Shih[1] , Kuang-Hua Chang[2] , Peng Huang[3] , Ta-Chi Yang[4]

[1] Associate Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Assistant Agricultural Engineer, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

[3] Director, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

[4] Associate Entomologist, Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

Agricultural waste produced from homestead supermarkets, whole-sale markets and houses can be handled by disposers. The disposer with fast fermentation can recycle agricultural wasted into organic fertilizer in a short time, therefore, the waste can be reduced and the product can be applied in the home garden or use as organic fertilizer to maintain the soil fertility.

Keywords: Organic waste, Disposer machine.

乘座式果園開溝兼施肥機之研發

鄭仁勝[1], 謝孟翰[1], 陳昱初[2]

[1]行政院農委會高雄區農業改良場 研究助理
[2]行政院農委會高雄區農業改良場 副研究員

摘要

果園合理化施肥管理方法對產量及品質的提昇頗有助益，但大多農民都以表面撒施肥料確容易造成肥料的流失或影響肥效，經證實在樹冠下採取開溝後施肥之管理方式效果頗佳，也可節省肥料用量，但目前施肥方式多是以人工用中耕機或者小型挖土機在果樹週圍開溝後施肥至溝中後覆土，為節省人力並加快作業速度，本場研製完成乘座式果園開溝兼施肥覆土機一台，其機體規格尺寸為長 250 cm×寬 180 cm×高 150 cm，主要功能為開溝兼施肥後覆土等項目，性能測試結果：開溝深度為 15-20 cm，寬度為 20-25 cm，螺旋輸送器轉速為 25-30 rpm 及每小時行走速度為 0.8 km 時，每分鐘肥料出量約 8-10 kg，覆蓋鬆土寬度約 75-80 cm，鬆土後平整性佳，本機每天以 8 小時計，其作業效率約 0.8-1 ha。

關鍵詞：中耕機、施肥機。

一、前言

蓮霧、印度棗、芒果等是南部重要熱帶果樹，由於栽培技術改進，合理化施肥管理方法對產量及品質的提昇頗有助益，以表面撒施卻容易造成肥料的流失或影響肥效，如果在樹冠下採取開溝後施肥之管理方式證實效果頗佳，也可節省肥料用量，但目前作業上仍以人工開挖為主，本研究研發乘座式直接在果園進行開溝兼施肥之機械，以提昇作業效率。研製完成乘座式果園開溝兼施肥機，依果園栽種條件規劃研製，採用四輪轉向與四輪驅動設計，主要考量果園土壤質地軟硬之不同，避免進行開溝作業時導致輪胎打滑或下陷，因此適合在果園樹冠下進行多功能管理作業。

二、材料與方法

乘座式果園開溝兼施肥機的機體規格依照蓮霧、印度棗、芒果等果園栽種條件規劃而成，其尺寸為長 250 cm×寬 180 cm×高 150 cm，總重約 1,200 kg，主要構造如下：

(一)動力系統：配備 23 hp 的柴油引擎作為動力源，安裝在機身正後方，如圖 1、圖 2 所示。

(二)驅動及轉向機構：採用輪距 120 cm、軸距 140 cm 的四輪傳動與四輪轉向，迴轉半徑 230 cm，適合果園作業時的轉彎與操作，如圖 3、圖 4 所示。

(三)檔速控制：分高、低速檔，前進共分 6 檔與後退 2 檔，如圖 5 所示。

(四)施肥機構：施肥裝置為梯形施肥桶總容量可達 350 kg，肥料輸出與流量可由螺旋輸送器的轉速來進行控制，如圖 6、圖 7 所示。

(五)開溝裝置：8 支 L 型彎刀所組成，迴轉鬆土方式由下而上，如圖 8 所示。覆土裝置：16 支 L 型彎刀所組成，迴轉覆土方式由上而下，如圖 9 所示。

圖 1 車體搭載引擎後視圖

圖 2 車體搭載引擎側視圖

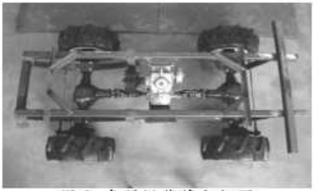


圖 3 車體搭載傳動軸圖

圖 4 車體搭載轉向連桿圖

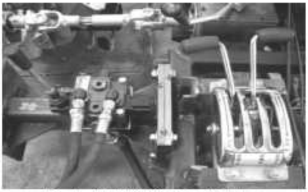


圖 5 果園開溝施肥作業圖

圖 6 梯形施肥桶圖

圖 7 施肥桶螺旋桿圖

圖 8 開溝裝置圖

圖 9 覆土裝置圖

三、結果

本管理機規格乃依果園栽種條件規劃研製，採用四輪轉向與四輪驅動設計，主要係 考量果園土壤質地軟硬度之不同，避免進行開溝作業時導致輪胎打滑或下陷，因此適合在果園樹冠下進行多功能管理作業。本機作業為一人駕駛操作，並直接行駛於果園間進行開溝施肥兼覆土。性能測試結果：開溝深度為 15-20 cm，寬度為 20-25 cm，螺旋輸送器轉速為 25-30 rpm 及每小時行走速度為 0.8 公里時，每分鐘肥料出量約 8-10 kg；覆蓋鬆土寬度約 75-80 cm，鬆土後平整性佳；本機每天以 8 小時計，其作業效率約 0.8-1 ha。經在本場蓮霧果園進行性能測試，對於開溝深度、寬度、肥料量控制及覆蓋鬆土平整性均佳。

圖 10 果園開溝施肥作業圖

圖 11 果園施肥後覆土作業

四、討論

本機在開溝及覆土的過程刀具運轉方向相反，原設計為在單一齒輪箱中有兩動力輸出軸，分別提供正轉與反轉兩種轉向，再依據開溝或覆土需要將十字轉向器與相對應之輸出軸連結，為避免不同作業時更換連結輸出軸的步驟，新設計一同軸正反轉齒輪箱，提供正轉、反轉、中立三種動力輸出。為了讓施肥桶肥料出量平順，設計組裝完成梯形施肥桶其螺旋輸出桿加大至 φ146 mm，螺旋輸出桿轉速達 50 rpm 時，每分鐘肥料出量約 15-17 kg，機體田間作業時肥料中斷不超過 3 cm 經初代機至實用機已在果園進行數次試驗，施肥範圍約在樹頭 1-1.5 m 處，施肥後覆土效果良好，此機可減少人力支出，一人便能進行開溝施肥及覆土作業，目前已有廠商洽談技轉事宜，待技轉完成後，將提供給農友使用。

參考文獻

1. 田雲生、龍國維。1997。嫩薑深溝築畦機之研製。台中區農業改良場研究彙報 55: 29-39。
2. 邱銀珍。2001。桃改型曳引機附掛式蔬菜園有機肥施肥機。豐年社半月刊 51(21): 25-29。
3. 曾得洲、林永順。1995。果園中耕施肥機之研究。台東區農業改良場研究彙報 6: 71-81。
4. 龍國維、田雲生、陳令錫。1992。引進堆肥撒佈機之試作與觀摩總結報告。台中區農業改良場。
5. 龍國維、樂家敏、田雲生。1993。堆肥施用機械開發規劃與製作。永續農業研討會專集。47-61。
6. Darmora, D.P. and K.P. Pandey. 1995. Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertilizer drills. Soil & Tillage Research 34: 127-139.

Research and Development of Ride-on Orchard Ditching and Fertilizing Machine

Jen-Sheng Cheng[1], Meng-Han Hsieh[1], Yu-Chu Chen[2].

[1] Research Assistant, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Associate Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

Rational fertilization is a management method being helpful to improve the harvest volume and quality of an orchard. However, most of the farmers apply fertilizer on the surface of fruit trees, causing loss of fertilizer or reducing the effect of fertilizer. It has been proved that if farmers adopt a way of fertilization management with fertilizer applied to the ditches dug by the side of tree crowns, better effect can be achieved, and the amount of fertilizer to be used can be decreased. Nevertheless, fertilization is still mainly undergone manually with the help of cultivator or small-sized excavator, which dig ditches around fruit trees for farmers to apply fertilizer to the ditches and fill them up by soil. In order to save labor and accelerate the operation speed, our Station has completed the research and development (R&D) of a ride-on orchard ditching, fertilizing and ditch filling machine with specifications at length 250 cm × width 180 cm × height 150 cm. Its main function is to dig ditches, apply fertilizer, and then fill up ditches. The results of its performance test are: depth of ditch is 15-20 cm; width of ditch is 20-25 cm; rotational speed of spiral conveyor is 25-30 rpm, and walking speed is 0.8 km per hour; fertilizer spray is 8-10 kg per minute; and loose soil filling is 75-80 cm. After soil loosening, the flattening of farmland is satisfactory. The operation efficiency of the machine is 0.8-1 hectare per 8 hours.

Keywords: Cultivator, Fertilizing machine.

新型水田中耕除草機試驗研究

黃政龍

行政院農委會臺東區農業改良場 助理研究員

摘要

台灣地處亞熱帶，雜草生長快速，且水稻有機栽培禁用除草劑，田間雜草防治主要以人工作業方式進行，但人工作業效率低，每人每天僅可作業 0.08-0.1 公頃，為降低人工除草的辛勞，提高效率與降低作本，研製水田中耕除草機。研成之三行式水田中耕除草機以 2.4 馬力二行程汽油引擎為動力，驅動不銹鋼製中耕除草輪，後方配置不銹鋼浮船加強支撐力，於泥濘田區操作不易下陷，作業效率為 0.1 公頃/小時。分別於池上、海端有機水稻田區，使用研成之水田中耕除草機，進行雜草防除效果及產量試驗。經 2 次除草，對非宿根性雜草如稗草防治率平均可達 60%，對具宿根雜草香附子防治率平均約 13.75%，對照不使用機械除草則雜草均為增加；產量調查，每期使用 2 次機械除草與不除草對照，產量增加 4.2%至 5.6%之間。研成之水田中耕除草機對剛萌發且非宿根性雜草如稗草防治可達 60%。運用於有機栽培田區可減少人工作本、增加產量，提高農友栽培收益。

關鍵詞：水田、中耕除草、雜草、有機栽培。

一、前言

稻米是國人的主食之一，全台全年生產面積約 25 萬公頃，是最大宗作物，產值也居國內單一農產品之冠。雜草管理是水稻栽培成功與否的重要一環，因其影響稻米的產量及品質極大。研究指出，水稻栽培在無除草的情況下可減產約 25%。早年為了抑制水田雜草，在水稻插秧定根後以人工方式除草，但人工除草費工費時；直到化學除草劑的發明，由於效果快、使用便利，遂成為主要的除草方式。然而農田長期施用除草劑等化學藥品，對土壤及灌排水等農業環境造成不良影響。，在農產品生產及驗證管理法中規定，田區禁用除草劑，所以目前雜草管理工作除了插秧前加強整地作業外，並配合覆蓋及合鴨栽培等方式減少雜草，主要防治工作還是回歸到人工作業方式。以目前農村勞力取得不易且工資昂貴情形下，有廠商自日本引進水田中耕除草機，惟經農友反應該機機體有支撐力不足，操作時容易下陷之缺點。為配合政府推行有機農業的政策，提高農友有機栽培的意願，並降低農友除草的辛勞，因此研製適用於各種田區且較便宜的水田中耕除草機。

二、材料與方法

(一) 新型水田中耕除草機研製及材料

設計水田中耕除草機總體結構，以市售之 50 c.c.二行程汽油引擎、直徑 28 mm 割草機傳動桿、35:1 渦輪減速機等為主要元件，配合自行研製之機體結構、把手、中耕除草輪及支撐浮船等裝置，組裝成水田中耕除草機。

(二)機械性能、雜草防除效果及產量比較試驗

利用研成之水田中耕除草機，測試於田間行走速度，作業效率等操作性能。於臺東縣海端鄉及池上鄉有機水稻田試區，分別以機械除草及不除草區各 0.1 公頃測試。於插秧後 3 週(第一期作)及 2 週(第二期作) ，以 1 m^2 之鐵框範圍逢機調查 6 點，調查雜草種類及密度，之後進行第一次中耕除草，並於 7 天後調查雜草變化。第二次中耕除草與第一次間隔 14 天，再於 7 天後調查第二次中耕之雜草變化及防除效果。另於池上鄉試區增加人工除草調查，其中人工除草以一次除草作業，其他調查方法相同。最後各處理區分別逢機取 3 點進行坪割，調查產量比較。

$$雜草防除率 = \frac{作業前雜草株數 - 作業後雜草株數}{作業前雜草株數} \times 100\% \qquad (1)$$

三、結果

(一) 新型水田中耕除草機研製結果

研成之新型水田中耕除草機 (圖 1)，動力為二行程汽油引擎，傳動機構使用市面上小型背負式割草機傳動桿，下方以 1/2 吋鐵管連結以增加強度，前方裝設蝸桿蝸輪減速機，以驅動中耕除草輪，中耕除草輪轉動作為前進的動力，並翻攪泥漿及雜草小苗，以抑制雜草生長，甚至埋入泥漿中窒息死亡。研製完成之水田中耕除草機主要規格性能如表 1 所示。

除草輪使用不銹鋼製成，不會因田間操作而生銹，使用直徑 16 mm 厚 1.5 mm 之不銹鋼弧形片為爪，每支長 7 公分，再以 6 支或 5 支焊接於 20×8 mm 之不銹鋼槽形鐵上，組成一片除草爪，以交錯的方式排列，再焊接於直徑 25 公分的六角不銹鋼薄板上而成除草輪，輪寬 19 公分。中央之除草輪為左右各半、安裝於減速機兩側，每片之除草爪以 2 支及 1 支交錯排列。除草輪間距為 30 公分，與一般機械插秧機行距相同，並可左右調整約 3 公分，以適應作業時之誤差。

表 1 水田中耕除草機主要機體規格

項　　　目	規 格 性 能
水田中耕除草機尺寸(長×寬×高) (mm)	1,400×9,00×1,000
機體總重(kg)	20
形式	3 行式
動力	二行程 50 c.c.引擎
離合器	Φ77 mm 離心式
傳動減速比	35:1
傳動桿(mm)	Φ28×700
傳動軸(mm)	Φ7×7t
除草輪尺寸(mm)	300×200
浮船尺寸(mm)	320×140×55

後方配置不銹鋼浮船，表面為流線造型，減少操作時泥漿附著及阻力，可依田間需要調整高度及角度，在泥濘田區可加強機體支撐及減少下沉，並將雜草下壓埋入泥水中，增加操作便利及效能。

(二)機械性能、雜草防除效果及產量試驗結果

水田中耕除草機田間作業時機，視天氣及雜草萌發情況操作。本機以在雜草剛萌發時進行作業，效果最佳。操作時田間水深保持 3-5 公分，可獲得較佳的操作及成效。操作時引擎轉速保持 3,500-5,000 rpm，除草輪轉數約 100-140 rpm，行走速度約每分鐘 24-30 公尺，作業時間每 0.1 公頃需 50-60 分鐘。

海端鄉有機水稻田試驗區，100 年第一期作主要雜草為莎草科香附子及禾本科雜草如稗草等，經 2 次機械除草後減少率分別為 12.4%及 71.2%，不處理之對照區雜草共增加 11.3%(如表 2)。第二期作主要雜草新增尖瓣花，經 2 次除草後，各雜草減少率為 8.3%、69.5%及 69.7%，平均減少率為 57.1%，不處理對照區則增加 17.7%(如表 3)。池上鄉有機水稻田試驗區，100 年第一期作主要雜草有水莧菜、鴨舌草、莎草科香附子及禾本科的雜草如稗草等。經 2 次機械除草後，不含莎草科之雜草，平均減少 69.6%，莎草科雜草減少 16.7%，不處理之對照區雜草共增加 12.9%。人工除草 1 次作業不分雜草種類共減少 82.7%(如表 4)。第二期作主要雜草種類相同，經 2 次除草後，不含莎草科之雜草，平均減少 68.7%，莎草科雜草減少 17.6%，不處理之對照區雜草共增加 10.4%。人工除草 1 次作業不分雜草種類共減少 86.1%(如表 5)。

圖 1 研成之新型水田中耕除草機

表 2 海端鄉 100 年第一期作水田中耕除草機除草效果比較

除草作業方式	雜草種類	雜草密度(株/m^2)			防除率
		作業前	第一次作業	第二次作業	(%)
水田中耕除草機	香附子	28.3	25.2	24.8	12.4
	稗草	80.3	51.8	23.2	71.2
不除草 (對照)	香附子	29	29.5	30.5	-5.2
	稗草	81.5	87	92.5	-13.5

表 3 海端鄉 100 年第二期作水田中耕除草機除草效果比較

除草作業方式	雜草種類	雜草密度(株/m^2)			防除率(%)
		作業前	第一次作業	第二次作業	
水田中耕除草機	香附子	20	19	18	9
	稗草	64	35	20	70
	尖瓣花	14	9	4	70
不除草(對照)	香附子	22	27	28	-25
	稗草	70	76	80	-14.4
	尖瓣花	16	18	20	-21.9

表 4 池上鄉 100 年第一期作水田中耕除草機除草效果比較

除草作業方式	雜草種類	雜草密度(株/m^2)			防除率(%)
		作業前	第一次作業	第二次作業	
水田中耕除草機	水莧菜	3.9	2.2	1.2	69.2
	鴨舌草	3.4	2.2	1	69.2
	香附子	2.4	1.7	2	16.7
	稗草	9.5	4.8	2.8	70.5
不除草	水莧菜	3.6	3.8	4.2	16.7
	鴨舌草	4.1	4.4	4.5	9.8
	香附子	2.1	2.2	2.4	14.3
	稗草	7.4	7.9	8.2	10.8
人工除草(對照)	水莧菜	4.4	0.5		88.6
	鴨舌草	3.8	0.6		84.2
	香附子	2.2	0.6		72.7
	稗草	9.4	1.4		85.1

表 5 池上鄉 100 年第二期作水田中耕除草機除草效果比較

除草作業方式	雜草	雜草密度(株/m^2)			增減率(%)
		作業前	第一次作業	第二次作業	
水田中耕除草機	水莧菜	4.5	2.9	1.4	68.9
	鴨舌草	4.3	2.6	1.3	69.8
	香附子	1.7	1.4	1.4	17.6
	稗草	10.1	6.6	3.3	67.3
不除草	水莧菜	4.6	3.8	4.8	4.3
	鴨舌草	3.6	3.8	4	11.1
	香附子	2.5	2.8	2.8	12.0
	稗草	14	15	16	14.3
人工除草	水莧菜	4.8	0.6		87.5
	鴨舌草	4.5	0.5		88.9
	香附子	2.3	0.5		78.3
	稗草	9.6	1		89.6

產量比較，海端鄉第一期作使用機械除草每公頃平均產量 6,727 公斤，比對照區每公頃 6,525 公斤，增加 3.1%。第二期作使用機械除草每公頃平均產量 4,623 公斤，比對照區每公頃 4,369 公斤，增加 5.8%(表 6)。池上鄉第一期作使用機械除草每公頃平均產量 6,652 公斤，比對照區每公頃 6,385 公斤，增加 4.2%，人工除草每公頃平均產量 6,684 公斤，比對照區增加 4.7%。第二期作使用機械除草每公頃平均產量 5,243 公斤，比對照區每公頃 5,001 公斤，增加 4.8%，人工除草每公頃平均產量 5,279 公斤，比對照區增加 5.6%(表 7)。

表 6 海端鄉 100 年水田中耕除草機產量調查結果

產量(kg/ha)		I	II	III	IV	平均
一期作	機械除草	6,842	6,539	6,782	6,743	6,727
	不處理	6,285	6,674	6,593	6,546	6,525
二期作	機械除草	4,515	4,723	4,685	4,568	4,623
	不處理	4,541	4,259	4,318	4,359	4,369

表 7 池上鄉 100 年水田中耕除草機產量調查結果

產量(kg/ha)		I	II	III	IV	平均
一期作	機械除草	6,742	6,575	6,658	6,633	6,652
	人工除草	6,789	6,673	6,547	6,725	6,684
	不處理	6,254	6,347	6,479	6,458	6,38
二期作	機械除草	5,370	5,308	5,097	5,197	5,243
	人工除草	5,124	5,326	5,268	5,397	5,279
	不處理	4,878	5,089	5,120	4,916	5,001

四、討論

研成之水田中耕除草機經全年二期田間除草試驗，其中香莎草科防治效果較差，主要為具有宿根，即使慣行田區亦需連續多期作使用特定除草劑，才可發揮防除效果。其餘不具宿根之雜草經 2 次機械除草，均可減少約 70%，已可大幅減少雜草數量。與人工除草比較，人工除草無論雜草種類，平均雖可減少約 85%，但使用機械除草，每期工作效率可提升 4 倍，於田間已具實用價值。又機械除草兼具水面拍動效果，有助於稻田土壤、水與大氣介面之氣體交換，研究指出其與合鴨栽培同樣具有提高土壤氧化還原電位作用，有助於水稻根系發育，面對目前農村人工短缺及成本高居不下的情況，參與試驗之栽培農友表示機械除草較人工除草效率提高，且與不除草比較雜草大量減少，是值得推薦之水稻田除草方式之一，尤其是利用於水稻有機栽培的田間除草作業。

參考文獻

1. 邱建中、洪武澄、侯福分。1983。稻田雜草防治。台中區農推專訊16: 23-30。
2. 陸應政。1994。水田中耕除草機。花蓮區農業專訊10: 15-16。
3. 黃政龍、曾祥恩 2009。水稻有機栽培中耕除草機之研製。臺東區農業專訊70: 11-13。

Study on Improved Rice Weeder

Jeng-Lung Huang

Assistant Agricultural Engineer, Taitung District Agricultural Research and Extension Station, COA

Abstract

Taiwan is location of subtropical, the weeds growth rapid. The organic rice cultivation cannot use herbicides, so weed control carried out mainly in manual operations, but manual operation inefficient, operations only 0.08 to 0.1 hectares per person every day. This study aims to reduce manual weeding hard work, improve efficiency, developed rice weeder. The three lines of improved rice weeder we developed use 2.4 hp two-stroke gasoline engine for power, driving stainless steel weeding wheel and rear with stainless steel pontoon to enhance support force, easy operation in muddy fields, the operating efficiency of 0.1 ha/hr. Experiment in Haiduan and Chihshang township organic rice fields respectively, to investigate improved rice weeder feature, weed control effect and yield trials. After two times mechanical weeding operation, of non-biennial root weeds such as barnyardgrass control rate average of up to 60%, and biennial root weeds such as nutsedge control with the average rate of approximately 13.75%. In the control without use of mechanical weeding the weeds are increasing. Investigate yield, each crop use of two time mechanical weeding to control weeds compare with no weeding, yields were increased by 4.2% and 5.6%. Improved rice weeder we developed for newly germinating non-biennial root such as barnyardgrass control of up to 60%. Used in organic farming fields can reduce people working, increase production and improve farmers cultivated earnings.

Keywords: Rice fields, Weeding, Weeds, Organic cultivation.

農產廢棄物堆肥化處理機械對果菜廢棄物堆肥化之研究

許凱棟[1]，王豐政[2]

[1]國立中興大學生物產業機電工程學系 碩士研究生
[2]國立中興大學生物產業機電工程學系 副教授，通訊作者

摘要

果菜廢棄物含水率高、易腐臭、體積大、熱值低、成分不均，焚化處理須消耗大量能源及費用；直接曝曬成有機堆肥，需龐大空間且易生蚊蠅蟲鼠，易造成二次污染。本研究以台中市果菜市場產出之蔬果廢棄物，經過收集、分選與前處理後，再經高效率的好氧發酵處理，製成有機質肥料回歸農田使用。本試驗以果菜市場之廢棄物為研究資材，原料經環保公司收集後，送至本處理機械進行堆肥化，利用旋窯式發酵機進行混合攪拌，能調整發酵槽的運轉次數、運轉時間、正反轉與緊急停止等操作，槽外亦設有鼓風機及其控制電路，設定攪拌筒內部攪拌槽的通風量及氣體流通狀態，提高堆肥化的效率。進料採用雙軸式圓盤切割刀，將原料切碎至5-7 公分長之碎片，本試驗採無添加任何副資材方式，調整其孔隙率、C/N 比、及含水率。本研究共進行三批次試驗，因應試驗季節不同，原物料的配比也隨之不同，且因資材含水率高，靜置一天使堆體中自由水分流出，發酵初期每八小時量測一次堆體溫度，並控制翻堆停止時間，每隔八小時翻堆二十分鐘，前 4 天連續採樣，之後 2~4 天取樣一次，樣本立即分析其 pH 值、導電度（E.C.值）、含水率、灰分、有機質等，直至堆肥腐熟後數日。三批次試驗結果為：以本堆肥化處理機械進行不同季節之果菜廢棄物堆肥發酵試驗，腐熟天數為：夏季 31 天、秋季 61 天、冬季 55 天，堆肥化過程採樣分析顯示環境溫度及資材種類皆會影響其發酵所需之時間；而經三批次堆肥化試驗之熟成堆肥經採樣分析結果皆符合我國『肥料種類品目及規格』對『雜項堆肥』規定，足證本一貫化農產廢棄物堆肥化處理機械對含水率含量高達 90%以上之果菜廢棄物堆肥化處理確切可行。

關鍵詞：堆肥化、有機堆肥、果菜廢棄物、旋窯式發酵機。

一、前言

現行果菜市場之有機廢棄物多數是由清運公司統一運至當地焚化爐或處理廠及衛生掩埋場處理，但果菜廢棄物含水率高、易腐臭、體積大、熱值低、成分不均，如直接焚化處理則必須消耗大量能源及費用，不符合經濟原則。就台中市而言，部分果菜市場之有機廢棄物由清運公司初步篩選後採直接曝曬成有機堆肥，此法易生蚊蠅蟲鼠，易造成二次污染。

日本、荷蘭、歐盟、經濟合作與發展組織(OECD)等國家亦於 2011 年持續精進其資源循環再利用政策，以朝向資源循環零廢棄物的方向前進(行政院環保署)。

本研究將以台中市果菜批發市場每天產出之蔬果有機廢棄物，在事先經過有系統的收集、前處理與醱酵處理，製成有機質肥料以回歸農田使用，不但能改善土壤物理性、化學性及維護土壤微生物相之平衡與活性，大大減少對環境的污染，希望能推廣給有關單位與各地果菜市場處理有機廢棄物之用。

二、材料與方法

本試驗以果菜市場之廢棄物為研究資材，其成分包含: 西瓜皮、茭白筍殼、筍殼、椰子殼、榴槤殼、菠菜、辣椒、花椰菜、甘藍菜、芹菜、蘆筍皮、甘蔗皮、雞毛等，環保公司收集後，送至本處理機進行堆肥化，該機利用旋窯式發酵機進行混合攪拌，能調整發酵槽每天的運轉次數、運轉時間、正反轉與緊急停止等操作，槽外亦設有鼓風機及其控制電路，依據原料發酵之耗氧量設定發酵槽的通風量及氣體流通狀態，提高堆肥化的效率。進料採用雙軸式圓盤切割刀，切碎至 5-7 公分長之碎片，本試驗採不添加任何副資材方式，調整其孔隙率、C/N 比、及含水率。本研究共進行三批次試驗，因應試驗季節不同，原物料的配比如圖 1~3 所示，圖中迴流產品為腐熟之堆肥，三批次試驗採相同的通風及攪拌頻率。

發酵初期每八小時量測一次堆體溫度，與控制翻堆停止時間每八小時翻堆二十分鐘，24 小時後因含水率過高靜置一天使堆體中自由水分流出，前 4 天連續採樣，之後 2~4 天取樣一次，每次取樣後均立即分析其 pH 值、導電度、含水率、灰分、有機質等，直至堆肥腐熟後數日。

三、結果

1. 發酵溫度變化：各批次試驗之全程發酵溫度變化情形如圖 4~6 所示，第一批次為夏季，環境中相對濕度較低且蒸散作用良好較利於耗氧性微生物生長繁殖，故發酵溫度於物料填入後即開始升溫。發酵初期料溫與環溫並無顯著關係，待發酵趨近完成後料溫與環溫呈顯著關係。第二、三批次為秋季、冬季，環境中相對濕度較高且物料含水率高致使孔隙率降低較不利於耗氧性微生物生長繁殖，進料後無法立即發酵，需經一段時間(約 2~3 天)且在強制通風下待菌落發展完成後才開始升溫發酵。同時發酵時間延長許久，最後才與大氣溫度達到平衡。

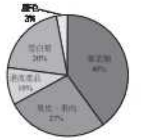


圖 1 夏季第一批次試驗

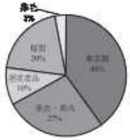


圖 2 秋季第二批次試驗

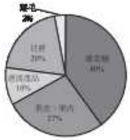


圖 3 冬季第三批次試驗

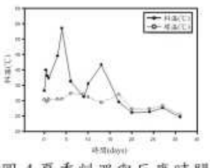


圖 4 夏季料溫與反應時間

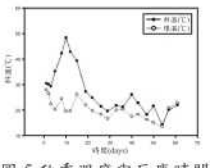


圖 5 秋季溫度與反應時間

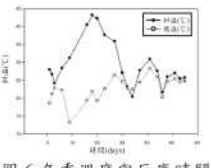


圖 6 冬季溫度與反應時間

2. 含水率變化：由圖 7~ 9 三批次試驗之含水率變化，可發現在較高(約 88.7~91.6%)之含水率下亦能進行微生物分解反應。且因初始含水率過高，強制通風及攪拌能使初期含水率明顯下降，但含水率會因為環境因素及發酵過程中組織出水等情形有些微的回昇之趨勢(約回昇 2~3%)，但整體而言仍是隨著發酵時間遞減的。
3. pH 值變化：三批次試驗 pH 值變化如圖 10~12， 顯示果菜市場廢棄物 pH 值不會因為季節或進料的不同而改變，推測可能是因為果菜市場廢棄物分解初期反應中有機物因還原作用而產生氨，此時 pH 值快速上升(Suzuki and Kumada，1977)。另外果菜市場廢棄物含有豐富的氮源而造成銨態氮的累積，此時 pH 值保持在較為中性至微鹼性(Witter，1986)。三批次試驗皆為先降後昇之趨勢，與(林，2001)廚餘堆肥；(洪，2000)廚餘與下水道污泥堆肥等人之試驗具有相同之趨勢。

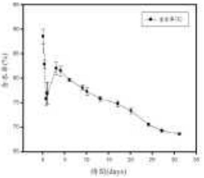


圖 7 夏季含水率與反應時間

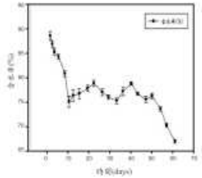


圖 8 秋季含水率與反應時間

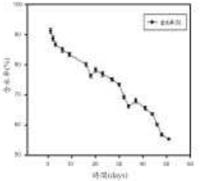


圖 9 冬季含水率與反應時間

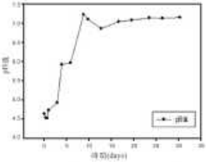


圖 10 夏季 pH 值與反應時間

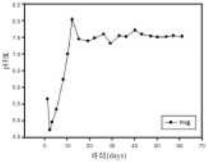


圖 11 秋季 pH 值與反應時間

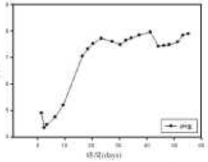


圖 12 冬季 pH 值與反應時間

4. 導電度(EC)變化：本研究在堆肥化後期量測其 EC 值，如圖 13~15 顯示皆在 4dS/m 以下，夏季發酵時間較短 EC 值為 2.54dS/m，秋季 1.92dS/m、冬季 1.84dS/m 皆符合我國雜項有機栽培介質在 2.0dS/m 以下之規範。有文獻指出 EC 值超過 4dS/m 會對植物生長造成抑制作用(Han et al.，2001)。

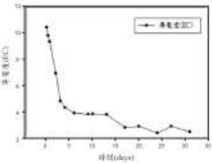


圖 13 夏季導電度與反應時間

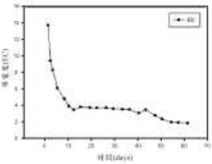


圖 14 秋季導電度與反應時間

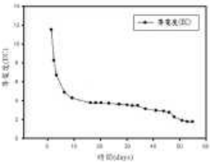


圖 15 冬季導電度與反應時間

5. 有機質(%)變化：由圖 16~18 顯示有機質因被微生物分解而持續下降，堆肥化後期有較穩定之趨勢。我國將堆肥有機質最低含量限值為 50%，三批次試驗分別為夏季 70.94%、秋季 70.54%、冬季 65.35% ，均符合雜項堆肥之規範。
6. 碳氮比(C/N)變化：三批次試驗之 C/N 值如圖 19~21 所示，我國對『雜項堆肥』規定 C/N 值應介於 10~20 之間。Morel 等認為 C/N 小於 20 只是堆肥腐熟的必要條件，建議採用 T =(終點 C/N)/(初始 C/N)公式來評估腐熟度，當 T 值小於 0.6 時堆肥達到腐熟。Itavaara 等的研究顯示，堆肥 T 值可接受範圍在 0.53～0.72 之間，表示堆肥已達腐熟。由以上學者之研究可知，不同物料堆肥的 T 值變化不大，在 0.5～0.7 之間。因此，T 值可用於不同物料堆肥的腐熟度評估。如表 1 所示，三批次試驗之 C/N 值皆小於 20 且 T 值亦皆小於 0.7。

四、討論

綜觀以上之試驗結果，以本堆肥化處理機械進行不同季節之果菜廢棄物堆肥發酵試驗，腐熟天數為：夏季 31 天、秋季 61 天、冬季 55 天，顯示環境溫度及資材種類皆會影響其發酵所需之時間。若在進行堆肥化試驗時，能使機體具保溫效果較佳的材質或設計，方能解決因季節性變化而產生的環境因素問題。

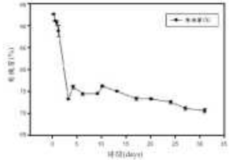


圖 16 夏季有機質與反應時間

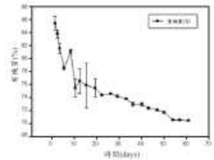


圖 17 秋季有機質與反應時間

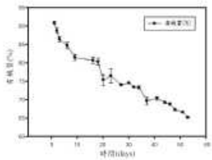


圖 18 冬季有機質與反應時間

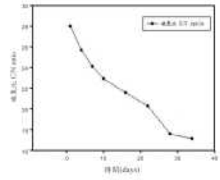


圖 19 夏季 C/N 與反應時間

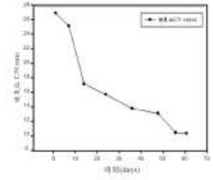


圖 20 秋季 C/N 與反應時間

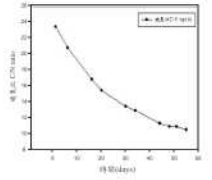


圖 21 冬季 C/N 與反應時間

表 1 堆肥達腐熟時之 C/N 值與 T 值

	夏季	秋季	冬季
初始 C/N	28.1538	26.9901	23.4950
終點 C/N	17.1552	15.3748	11.5750
T 值	0.6093	0.5696	0.4926(≒0.5)

參考文獻

1. 林子傑。2001。廚餘堆肥控制策略之探討。國立臺灣大學生物產業機電工程學研究所碩士論文。
2. 洪明龍。2000。家庭廚餘與下水污泥共同堆肥之資源化研究。國立臺灣大學環境工程學研究所論文。
3. 簡宣裕、吳繼光。1994 年。廢棄太空包木屑、雞糞製造堆肥之研究。土壤試驗報告。
4. Itavaara M ,Vikman M ,Venelampi O. 1997. Window compostingof biodegradable packaging materials. Compost Sci Util ,5 (2) : 84-92.
5. Morel TL ,Conlin F , Germon J ,et al. 1985. Methods for the eval2uation of the maturity of municipal refuse compost . In : Gasser J KRed. Composting of Agricultural and Other Wastes. London & NewYork : Elsevier Applied Science Publishers. 56-72.
6. Suzuki, M. and K. Kumada (1977). "Nitrogen transformation during the rotting process of rice straw compost." Soil Science and Plant Nutrition 23(2): 163-174.
7. Shin, H.S., Han, S.K., Song, Y.C., Lee, C.Y., (2001), " Performance of UASB reactor treating leachate from acidogenic fermenter in the two-phase anaerobic digestion of food waste". PII: S0043-1354 (01) 00041-0.
8. Witter, E. and J. M. Lopez-Real (1987). "The Potential of Sewage Sludge and Composting in a Nitrogen Recycling Strategy for Agriculture." Biological Agriculture & Horticulture 5(1): 1-23.
9. Bernai, M. P., C. Paredes, et al. (1998). "Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes." Bioresource Technology 63(1): 91-99.
10. Ste-Marie, C. and D. Paré (1999). "Soil, pH and N availability effects on net nitrification in the forest floors of a range of boreal forest stands." Soil Biology and Biochemistry 31(11): 1579-1589.

The Study Using Agricultural Waste Composting Machinery in Fruit and Vegetable Wastes Composting

Kai-Dong Xu[1], Feng-Jehng Wang[2]

[1] Graduate Student, Dept. of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung-Hsing University

[2] Associate Professor, Dept. of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung-Hsing University, Corresponding Author

Abstract

Fruit and vegetable wastes was a high moisture content, easy rancid, bulky, low heat value, composition uneven, incineration must consume large amounts of energy and costs. If direct sunlight into organic compost must need a large space and prone to pest mosquitoes and easy to cause secondary pollution. In this study, the waste of fruits and vegetables market of Taichung has through collected , sorted and pre-treated , and then by an efficient aerobic fermentation process to produce organic fertilizer and return farmland using. In this experiment, fruits and vegetables market waste was as the research materials. Raw materials were collected by an environmental company and sent to the experimental composting machine. It was using a rotary kiln type fermentation machine to mixing and fermentation. Its fermentation tank can adjust the operation frequency , running time , and reversible turn with emergency stop. At outside of the tank also has a blower and its control circuit to control the internal mixing tank ventilation volume and gas flow condition to improve the efficiency of composting. Materials feeder used a set of biaxial type disc cutters to chop to 5-7 cm long of debris. This experiment adopted without adding any sub-materials, adjusting its porosity, C / N ratio, and moisture content. In this study, a total of three batches of test. In response different testing seasons, the ratio of raw materials also were different. Because of high moisture content of materials, the fermentation tank stilled turning one day let freely water drained out. Initial fermented stage measured the temperature once every eight hours and controlled the fermentation tank turning stop time, interval of eight hours turning twenty minutes, continuous samples in the first 4 days, 2- 4 days after the sampling time. The samples analyzed immediately pH, conductivity (EC value) , aqueous rate, ash, organic matter, etc., until a few days after composting. Three batches of test results : To composting machinery for different seasons of fruit and vegetable wastes composting test, the number of days to maturity: 31 days in summer, 61 days in autumn, and 55 days in winter. Composting process sampling analysis showed ambient temperature and type of materials would influence the time required for fermentation. And after three batches of compost matured compost test results of the analysis by sampling, can meet our CNS requirements of miscellaneous materials. This proved that agricultural wastes composting machinery for moisture content of up to 90% of the fruit and vegetable wastes composting exact feasible.

Keywords: Compost, Organic compost, Fruit and vegetable wastes.

延長釋迦及鳳梨釋迦銷售期技術之探討

吳剛智[1], 黃奕捷[2], 陳建勛[2], 程安邦[3], 吳柏青[3]

[1] 國立宜蘭大學生物機電工程學系 副教授
[2] 國立宜蘭大學生物機電工程學系 前研究生
[3] 國立宜蘭大學生物機電工程學系 教授

摘要

釋迦名列十大經典國產水果，其中的鳳梨釋迦更是重點外銷水果。臺灣生產優質釋迦與鳳梨釋迦，又與澳洲釋迦產期相反，極具外銷潛力。然而其熟軟度不易控管，熟軟後儲存不易，故收穫後銷售期短暫。本研究的目的即在探討從機械及生理機制，減少釋迦與鳳梨釋迦在運銷過程中的損傷，進而延長其銷售期的方法與技術。在機械機制上，以衝擊量測儀器球與無線振動感測器檢測釋迦運銷過程中受到的振動與衝擊，並探討 5 種包裝方式的減傷效果，尋找適當的包裝運輸方式。在生理機制上則探討以收穫後冷藏延長鳳梨釋迦銷售期之可行性及其相關技術。而釋迦品質變化則以精密物性分析儀進行穿刺試驗所量測的穿刺力，即其堅實度，作為指標。結果顯示釋迦配銷運輸過程的振動 RMS G 值介於 0.2062～0.3037 之間，主要振頻在 0.1～0.2 Hz 之間。而振動情形以南迴公路段最為嚴重，尤其是尚武至楓港段。然而瞬間衝擊量為 3~8 G 之間，小於釋迦運銷第一階段（集貨與分級包裝）中所受到的振動量（8~12 G）。釋迦採收後 4 至 6 天為最佳食用期，此時果實穿刺力為 3 N 左右。傳統包裝加填碎紙的方式能提供最佳減傷效果與較長銷售期；但目前農民所用包裝方式也已能提供合理減振效果。收穫後冷藏則以 15℃ 收穫後冷藏 7 日，傳統無碎紙充填包裝為較佳之收穫後冷藏處理；相較於無收穫後冷藏之運銷方式，約可延長鳳梨釋迦銷售期 7 日，亦即收穫後冷藏的天數。

關鍵詞：釋迦、鳳梨釋迦、蔬果運銷、振動、收穫後冷藏。

一、前言

釋迦為更年性後熟水果，名列十大經典國產水果，鳳梨釋迦更是重點外銷水果。臺灣生產優質釋迦與鳳梨釋迦，又與澳洲釋迦產期相反，極具外銷潛力。然而其熟軟度不易控管，熟軟後儲存不易，故收穫後銷售期短暫。本研究的目的即在探討從機械及生理機制，減少釋迦與鳳梨釋迦在運銷過程中的損傷，進而延長其銷售期的方法與技術。

Mohsenin (1986)將水果損傷情形歸納為擦傷(abrasion)、碰（淤）傷 (bruising)、表面破裂 (skin break)、變形 (distortion)、裂傷 (crack)等類型，有些瘀傷無法馬上看出，不過經過一段時間後，其品質會下降。Bittner et al. (1967) 研究緩衝材料時，提出碰撞前的能量等於碰撞後被緩衝材料吸收的能量、被樣品吸收的能量以及樣品彈回後的能量三者之總合。因此本研究以振動試驗機，對水果施加模擬貨車運輸時的振動，分析不同包裝方式的裝箱水果經過振動後品質的變化。鄭等 （2000）及李等（2002）皆以此方式模擬，並發現水果於運輸過程中所受到衝擊及振動會對水果品質造成影響。

李 (2001) 對採收後之鳳梨釋迦以 8℃、16℃、20℃、24℃、28℃五種溫度儲藏，探討其對保存品質的影響。結果顯示鳳梨釋迦在低溫保存較不易產生發霉，儲藏溫度越高軟化越快，且越容易發霉。柯等 (1983) 研究釋迦後熟與儲藏之報告指出，此水果易屬低溫敏感，儲藏溫度低於 10℃時，會產生寒害，使果肉黑變，適當儲存溫度為 15℃上下。食品工業發展研究所的報告 (2012) 提到預冷是指運輸、冷藏或加工前去除田間熱及累積呼吸熱使產品快速降溫的處理措施，可減緩產品老化及劣變。李等 (2004) 在鳳梨釋迦果實保鮮技術之研究發現，成熟度較高的果實軟熟時間較短。鳳梨釋迦置於 15℃以上溫度可以正常後熟，隨著溫度越高軟熟速越快；但置於 10℃以下貯藏，則無法正常後熟。Batten (1990) 則報告鳳梨釋迦在 8℃儲藏 5 日或 12℃儲藏 6 日後再移到 20℃儲藏，對外觀及風味皆沒有明顯的損壞，因此適於鳳梨釋迦的短期儲藏溫度約 8~15℃之間。本研究選擇 10℃與 15℃做為收穫後冷藏實驗的處理溫度。

二、材料與方法

本研究在機械機制上檢測釋迦運銷過程中受到的振動與衝擊情形，並探討各種包裝方式的減傷效果，尋找適當的運輸包裝方式。在生理機制上則探討以收穫後冷藏延長鳳梨釋迦銷售期之可行性及其相關技術。

(一) 機械機制-運銷減傷方法探討

本研究將衝擊量測儀器球（Impact Record Device,　Techmark, 如圖 1，以下簡稱 IRD）與無線振動感測器（Wireless Accelerometer Node，MicroStrain G-Link®，如圖 2，以下簡稱 G-Link®）與鳳梨釋迦裝箱，依實際車輛運輸路線一起運動，檢測運輸過程中的振動情形。接著探討 5 種不同包裝方式（如表 1）的減振效果，及受振情形與水果品質之間的相關性，以尋找減振效果最佳，及使釋迦軟熟最慢的包裝方式。先參考 ASTM D999, Standard Test Methods for Vibration Testing of Shipping Containers, Method A1－Repetitive Shock Test（Vertical Motion）測試規範，使用振動試驗機（金頓科技，KD-9363-PCL）對運輸後水果施加振動一小時，振動頻率為 10 Hz，振幅為 1.25 mm。再以物性分析儀(Stable Micro System,

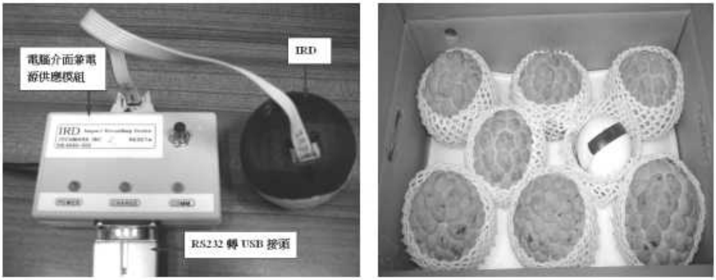


圖 1 IRD 衝擊量測模組及與釋迦一同裝箱情形

TA-HD）配合 SMS P/2 Cylinder probe 探針，進給速率 8.5 mm/s，量測深度 20 mm 進行穿刺試驗（圖 3），分析振動過後水果的堅實度變化，做為釋迦品質劣化的指標。方法為每 12 個小時進行一次試驗，每次試驗對三顆鳳梨釋迦進行量測，每顆鳳梨釋迦量測三次。每次量測時同時觀察水果、及檢測蒂頭是否可抽出及瘀傷及黑變情形。

表 1 本研究所測試的五種包裝方式

編號	A	B	C	D	E
緩衝材料	網套＋棉墊(傳統包裝)	網套＋棉墊(傳統包裝)	雙網套＋棉墊	網套＋棉墊＋碎紙	雙網套＋雙棉墊
運輸後以振動器振動的時間	無	一小時	一小時	一小時	一小時

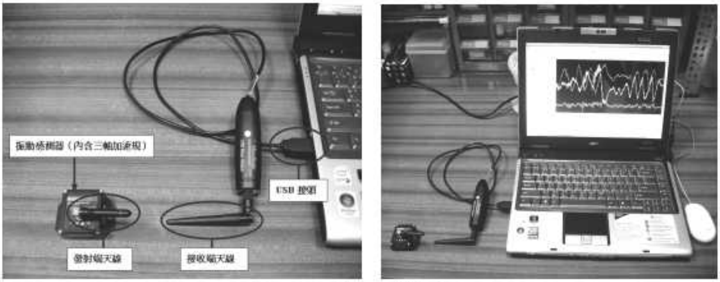


圖 2　G-Link® 無線感測模組

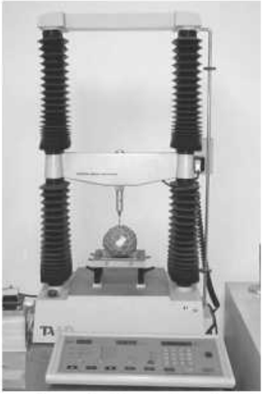


圖 3 以物性分析儀進行穿刺試驗量測鳳梨釋迦堅實度

(二) 生理機制-收穫後冷藏技術探討

生理機制探討以收穫後冷藏延長鳳梨釋迦銷售期之可行性及其相關技術，並比較收穫後冷藏加上碎紙填充包裝相對於傳統無碎紙填充包裝儲運對鳳梨釋迦銷售期的影響。實驗以 2 種收穫後冷藏溫度 (10℃、15℃)，2 種收穫後冷藏時間 (7 日、14 日)，及有無碎紙填充三個探討因素，組合成 8 種處理，探討各因子對鳳梨釋迦熟軟及黑變的效應，以評估其對銷售期的影響。同樣以物性分析儀進行穿刺實驗量測果實穿刺力做為軟化的指標，並以穿刺力開始低於 3 N 的時間做為比較的標準；同時觀察其外觀黑變情形。

三、結果

(一) 機械機制-運銷減傷方法探討

由結果得知（鳳梨）釋迦配銷運輸過程的振動 RMS G 值介於 0.2062～0.3037 之間，主要振頻在 0.1～0.2 Hz 之間。而振動情形以南迴公路段最為嚴重，尤其是後半段（尚武至楓港）。然而瞬間衝擊量為 3~8 G 之間，小於釋迦運銷第一階段（集貨與分級包裝）中所受到的振動量(8~12 G)。模擬振動與包裝影響試驗發現，傳統加碎紙包裝方式的減震效果最佳，而以此方式包裝的鳳梨釋迦的堅實度也可以維持較久。然而目前果農所用的包裝方式的效果良好，增加緩衝減振材料沒有明顯延緩軟熟效果。據果農表示，鳳梨釋迦最佳的食用時機為蒂頭可抽出時。實驗發現大約於採收後第 4 天時蒂頭可抽出；而大約到採收後將近第 7 天時，果實有黑變的情形，因此採收後第 4 天至第 6 天之間為最佳食用時機，此時果肉穿刺力大約在 3 N 上下。

(二) 生理機制-收穫後冷藏技術探討

結果顯示，以 10℃收穫後冷藏 7 日處理之樣本軟熟較其他樣本緩慢，自冷藏庫取出後 140 小時果肉穿刺力始低於 3 N。10℃收穫後冷藏 14 日處理之樣本自冷藏庫取出後 68 小時果肉穿刺力即低於 3 N。15℃收穫後冷藏 7 日處理之樣本自冷藏庫取出後 116 小時果肉穿刺力低於 3 N。15℃收穫後冷藏 14 日處理之樣本則在開箱時 (自冷藏庫取出約 1 日) 即有腐壞發霉現象，為不可行之處理。而外觀黑變情形，15℃收穫後冷藏 7 日之樣本在外觀黑變為所有樣本中最緩慢者。碎紙填充包裝則對果肉黑變與軟熟速度減緩沒有明顯效益。考慮外觀為顧客選擇水果的重要因素，以 15℃收穫後冷藏 7 日，無碎紙充填包裝為較佳之收穫後冷藏處理；相較於傳統無收穫後冷藏之運銷方式，約可延長銷售期 7 日，亦即收穫後冷藏儲藏的天數。

四、討論

釋迦採收後 4 至 6 天為最佳食用期，此時果實穿刺力為 3 N 左右。傳統包裝加填碎紙的包裝能提供最佳減傷效果與較長銷售期；但目前農民所用包裝方式也已能提供合理減振效果。收穫後冷藏方式則以 15℃收穫後冷藏 7 日，傳統無碎紙充填包裝為較佳之處理組合；相較於傳統無收穫後冷藏之運銷方式，約可延長銷售期 7 日，亦即收穫後冷藏的天數。

參考文獻

1. 李仲暐、陳昱全、王信智、林瑞松、鄭經偉。2002。振動對玫瑰花切花品質影響之研究。農林學報 51(4):65-86。
2. 李建勳、楊正山。2004。鳳梨釋迦果實保鮮技術之研究。台東區農改場研究彙報 15 :29~35。
3. 李惠齡。2001。鳳梨釋迦 (Atemoya)果實病害發生及防治研究。台東區農改場研究彙報 12:23-29。
4. 李允中 林棟樑。2005。台灣園產品預冷的研究與推廣園產品採後處理技術與應用研討會專刊 p221~p227。 2005。
5. 吳剛智、程安邦。2005。衝擊量測儀器球應用於水果運輸振動量測之探討。九十四年農機論文發表會論文摘要集。臺北：中華農業機械學會。
6. 柯立祥、楊正山、俞永標、蔡平里。1983。釋迦果之後熟與儲藏。中國園藝 29(4):257-268。
7. 黃奕捷。2008。鳳梨釋迦運銷狀況及品質之監測與分析。宜蘭大學生物機電工程學系碩士論文。
8. 楊智凱。2005。水果運輸過程中振動與損傷之研究。博士論文，國立臺灣大學生物產業機電工程系。
9. 鄭可均、林瑞松、黃裕益、鄭經偉。2000。模擬運輸振動對香石竹切花影響之研究。農業機械學刊 9(1):1-18。
10. Batten, 1990. Effect of temperature on ripening and post-harvest-life of fruit of Atemoya (Annona cherimola Mill. x, A.squamosa L.) . 'African Pride'. Scientia Hort.45:129~136
11. Bittner, D. R., H. B. Manbeck and N. N. Mohsenin. 1967. A method for evaluating cushioning materials used in mechanical harvesting and handling of fruits and vegetables. Trans. of ASAE 10(6):711-714.
12. Mohsenin, M. N. 1986. Physical properties of plant and animal material. P.492-493. New York: Gordion and Breach, Science publishers, Inc.
13. Techmark, Inc. 2005. www.techmark-Inc.com.

Shelf Life Extension of Atemoya Fruits

Gang-Jhy Wu[1], Yi-Chieh Huang[2], Jian-Xun Chen[2], An-Pan Cherng[3], Poching Johnny Wu[3]

[1] Associate Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University

[2] Graduate Student, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University

[3] Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University

Abstract

This research aimed to explore feasible methods to extend the shelf life of atemoya fruit from both mechanical and physiological aspects. Mechanically, a monitoring system which includes an impact record device (IRD), and a wireless vibration sensing and recording module, was developed to study the effects of marketing processes on the fruit products. The vibration reduction effects of 5 different packaging methods were checked through a simulated one-hour, 10Hz, 1.25 mm vertical vibration created by a shaker. As for the physiological aspect, after harvest pre-cooling treatment combinations of 10 and 15℃ pre-cooling temperatures, and 7 and 14 days storage time were tested to evaluate the shelf life extension effect. Condition of quality degradation of atemoya fruit was determined by checking the change of its firmness, which was represented by its penetration force measured by a texture analyzer. Results showed that the vibration RMS G values of atemoya fruits for the whole transportation processes were in the range of 0.2062 to 0.3037, with main frequencies fell within 0.1 to 0.2 Hz. The severest vibration condition occurred in Nanhuei Highway, especially from Shunwu to Fenggang. The IRD measured maximum instant impact force of the same processes is within 3 to 8 G. As for the effectiveness of packaging treatments, box with shredded paper as cushion material seemed to be the most effective vibration reducing treatment. Firmness of atemoya fruits packaged in this way also appeared to last longer. Conventional packaging method adopted by farmers nowadays worked well. Adding additional cushion materials to the conventional packaging box did not significantly enhance the vibration reducing effect. The best consuming time, was about 4 to 6 days after harvest, while the penetration force of fruit meat fell just below 3 N. A large number of black spots appeared and quality degradation speeded up around 7 days after harvest, while the penetration force of fruit peel fell just below 1 N. As for the pre-cooling effect, the results suggests that the treatment of 15℃ pre-cooling temperature, 7 day storage period, and no shredded paper added packaging is the best one for shelf life extension. This process can prolong about 7 days shelf life, which is approximately equal the pre-cooling period.

Keywords: Atemoya, Fruit marketing processes, Vibration, Pre-cooling, Shelf life.

氣調儲藏自動化監控系統在釋迦之應用

詹弘彥[1], 葉仲基[2]
[1]台灣大學生物產業機電工程學系 博士候選人
[2]台灣大學生物產業機電工程學系 副教授

摘要

氣調儲藏對於蔬菜已有較多的應用，但對於水果的研究則較少，關鍵就在於目前還沒有一個適用的方式能有效地偵測到水果本身或是整批水果儲藏空間的氣體狀態，因此有必要開發一套儲藏環境內可自動偵測與監控氣體的系統來達到水果保鮮的目的。本研究之水果以釋迦為對象，探討裝箱釋迦於氣調儲藏環境的氣體情況，並針對水果的失重率、硬度與顏色進行比較與分析。在氣調庫之設計方面，需顧慮氣調庫之氣密性與快速達到所需的氣體濃度，經過多次嘗試及改良之後選用組合式冷藏庫當作實驗用之氣調庫，並配備精準的氣體監測感知器與控制元件。氣調庫之溫度係利用冷藏庫之制冷設備所控制，再以 LabVIEW 為程式開發環境，撰寫一監測與控制之人機介面，配合氮氣製造機、空氣壓縮機、鋼瓶裝二氧化碳及乙烯吸收劑等組裝成氣調庫氣體監測與控制系統。氣調儲藏之實驗結果顯示，放置於氣調庫內之水果，在失重率、硬度與外觀皆可獲得不錯的保鮮效果。在氣調庫監測與控制方面，此氣調庫可依需求維持 15℃之低溫，氧氣與二氧化碳之濃度控制保持於 5%，乙烯則可保持在 1 ppm 以下。本研究所研發之氣調儲藏環境氣體之自動化監控系統，可全程監控水果的儲藏過程，適時調整環境氣體狀況，降低因儲藏不當而造成水果損壞的影響因素，藉以維持水果的品質，不但有利於國內的保鮮銷售，更能強化其國際競爭能力。

關鍵詞：氣調、儲藏、釋迦。

一、前言

氣調儲藏(Controlled Atmosphere Storage, 亦稱 CA 儲藏)係藉著降低環境的溫度與含氧濃度、提高二氧化碳濃度，來進一步減緩儲藏農產品的新陳代謝，維持其生存或保鮮所需之環境。目前氣調儲藏研究方面，對於蔬菜已有較多的應用，但對於水果的研究則較少，關鍵就在於至今還沒有一個適用的方式能有效地偵測到水果本身或是整批水果儲藏空間的氣體狀態，因此有必要開發一套儲藏環境內可自動偵測與監控氣體的系統來達到水果保鮮的目的。本研究的對象物以國內較受歡迎之水果-釋迦為例，由於產季及儲運問題，所以需進一步探討釋迦採用氣調儲藏環境的氣體情況，從中獲得有效延長釋迦的儲藏時間，藉以維持釋迦的品質，強化其內銷甚或外銷之競爭力。

二、材料與方法

在氣調庫本體之設計方面，需顧慮氣調庫之氣密性與快速達到所需的氣體濃度，且需

要能夠達到冷藏之工作溫度，經過多次嘗試及改良之後選用組合式冷藏庫當作實驗用之主體，本研究將在內部製作出一空間，作為氣調儲藏之控制室，該氣調庫之長寬分別為 80 mm 與 80 mm，高度亦為 80 mm，其接縫處則以矽膠與氣密膠帶完全密封，此 CA 儲藏空間可以進行少量性的水果 CA 試驗。運作時，自動化監測系統將以 24 小時不停地抽取氣調庫內的氣體，測定氧氣及二氧化碳的濃度，將測定結果顯示到電腦螢幕上，並且將其資料儲存於記憶體中。該自動化氣調監測與控制系統先以人為方式設定氧氣與二氧化碳濃度進行氣調庫內氣體之調整，當氧氣過於設定值時將自動打開補充氮氣用之電磁閥，使氮氣進入至氣調庫內，直到氧氣濃度降至設定值為止。氣調庫內氧氣濃度太低時，則輸入空氣進入氣調庫內；而當二氧化碳濃度過低時，則會自動地將二氧化碳從儲氣鋼瓶經由電磁閥補充至氣調庫內。長時間儲藏後，氣調庫內之二氧化碳濃度逐漸提高，當大於設定值時，本系統將會自動導入空氣以沖淡二氧化碳之濃度(圖 1)。

本研究所使用之二氧化碳感測器為美國 Digital Control Systems 公司產品(型式 M304)，其氣體濃度量測範圍為 0~10%。氧氣感測器為美國 Advanced Instruments 公司所生產(型式 GPR-2500)，其濃度量測範圍為 0~25%。而乙烯感測器則來自加拿大 Critical Environment Technologies 公司(型式 AST-EC4)，其濃度量測範圍為 0~2,000 ppm，在氣調儲藏開始前，氣調庫內有放置一個乙烯吸收器，內裝有過錳酸鉀乙烯吸收劑，並由一具風扇強迫氣流經過該吸收劑，藉以去除乙烯。藉由上述各種氣體感測器，再配合以 LabVEIW 電腦軟體自行撰寫之人機介面程式，加上電磁閥開關就可進行氣調庫內氣體的監測與控制。

當 CA 儲藏試驗完成後，將針對釋迦的失重率與硬度進行比較與分析。失重率方面係採用電子天平來進行量測，主要是比較實驗前/後水果重量的損失情況；而硬度試驗則採用果實硬度計(日本 Takemura Denki 公司所生產，型式為 FHM-5)，可用來探討在不同儲藏條件下釋迦成熟軟化之情況。

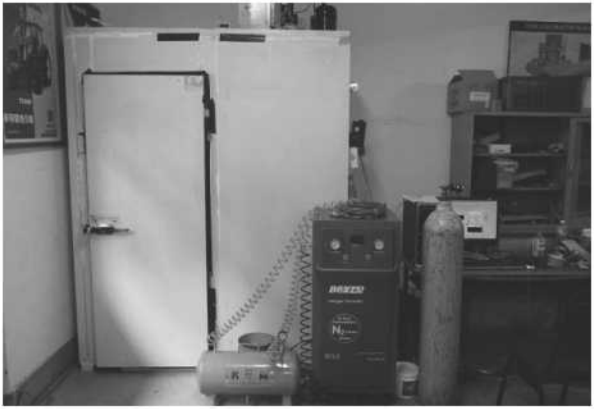


圖 1 自動化氣體監測與控制系統

三、結果

首先，經由單獨氣調儲藏監測與控制之結果，顯示該氣調庫於實驗過程中，可迅速地達到 5% O_2 與 5% CO_2 氣體濃度之設定值，而在電腦 LabVIEW 的自動監控之下，氧氣與二氧化碳均可保持在 4.5~5.5%之間，因此在氣調儲藏實驗過程中，本自動化監測與控制系統可以完全地進行即時監測與控制的工作。在乙烯監測方面，在 CA 儲藏過程中皆可保持在濃度低於 1 ppm 以下。在溫度與濕度監測方面，由於受限於製冷設備，溫度主要是由冷藏庫自行設定，不經由電腦 LabVIEW 進行控制，因此溫度係以監測為主；濕度方面則在氣調庫內放置數個水盆，主要希望能夠提高儲藏庫內的濕度，讓濕度保持在 80%以上。經由溫溼度實際監測之結果顯示，在溫度監測方面，氣調庫內皆可保持在設定值 15℃左右，並且可以全程監測並紀錄其溫度變化；而在溼度監測方面，其結果顯示氣調庫內皆可保持在濕度 80%以上，並且可全程監測與紀錄儲藏庫內濕度的變化。CA 儲藏試驗完成後，將針對釋迦的失重率與硬度進行比較與分析。

釋迦氣調儲藏實測結果顯示，原先 CA 氣體組成為 22% O_2、0.08% CO_2 及 77.92% N_2，氣調運作後數小時後即可達到 5% O_2、5% CO_2 及 90% N_2，且該氣體環境至少可維持一週的時間，因此確實可以有效地監控釋迦氣調儲藏時的氣體狀況(圖 2)。此外，相較於直接將釋迦置於開放大氣中(圖 3)，一週後氣調儲藏的釋迦失重率較少，同時硬度上的變化也較小(表 1)。

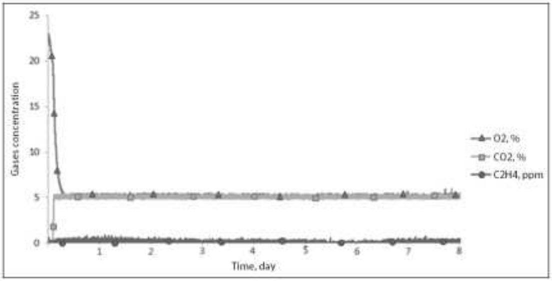


圖 2 氣調儲藏期間之氧氣 O_2、二氧化碳 CO_2 與乙烯 C_2H_4 之變化

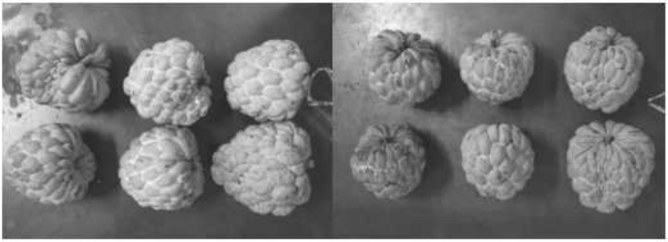


圖 3 實驗一週後 CA 儲藏組(左圖)與對照組(右圖)之釋迦外觀

表 1 物理性試驗之結果

處理方式	失重率 %	硬度 kg
CA 儲藏 5% O_2 + 5% CO_2	5.42	3.9
一般冷藏 15°C	13.28	2.7
對照組	20.90	0.1
原始讀數(平均值)	-	4.3

四、討論

氣調儲藏之實驗結果顯示，放置於氣調儲藏庫內之釋迦，在失重率、硬度與外觀皆可獲得不錯的保鮮效果。在氣調庫監測與控制方面，此氣調庫可依需求維持 15℃之低溫，氧氣與二氧化碳之濃度控制保持於 5%，乙烯則可保持在 1 ppm 以下。因此，本研究所開發之氣調儲藏環境氣體之自動化監控系統，可全程監控水果的儲藏過程，適時調整環境氣體狀況，降低因儲藏不當而造成水果損壞的影響因素，藉以維持水果的品質，不但有利於國內的保鮮銷售，更能強化其國際的競爭能力。

參考文獻

4. 黃肇家、黃慧穗、蔡金玉、陳村。2009。葉菜類蔬菜氣調貯藏開發與應用。農業世界雜誌 316:42-51。
5. 黃肇家、蔡金玉、黃慧穗、陳祈然、蔡宇其、劉富文。2005。葉菜類短期氣調儲藏技術之研發與應用。園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊p.109-119。
6. Athapol, N., T. Nirat. 1995. Controlled atmosphere storage of mango fruit, Mangifera indica L. cv. Rad. Journal of Food Processing and Preservation 19(4):271-281.
7. Chan, H. Y. and Yeh, C. K. 2010. *Development of an Automatic Monitoring and Controlling System for a Controlled Atmosphere Storage of Mangos.* Journal of Agricultural Machinery Science 7(3):289-292. Turkey.
8. De la Plaza, J.L. 1980. Controlled atmosphere storage of cherimoya. Proceedings of the 15th International Congress of Refrigeration, Venice, 1979, vol. 3, pp.701-712.
9. Martinez-Cayuela. M., Rodriguez-Vico, F., Faus, M.J. and Gil, A. 1989. Partial purification and intracellular localization of cherimoya (*Annona cherimola Mill.*) polyphenoloxidase. Journal of Plant physiology, 133, 660-663.
10. Hatton, T. T., W. F. Reeder, 1967. Controlled atmosphere storage of Keitt mangoes. 1965. Proceedings of the Caribbean Region of the American Society for Horticultural Science 10:114-119.
11. Kader, A. A. 1993. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits. Postharvest Handling of Tropical Fruits, ACIAR proc. 50:239-249.
12. Kader, A. A. 1994. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits, p. 239-249, In: Champ, B.R. et al. Postharvest handling of tropical fruits: proceedings of an international conference held at Chiang Mai, Thailand, 19~23 July 1993. ACIAR Proceedings No.50,

ACIAR, Canberra, Australia.

13. Scott, K. J. 1984. Methods of delaying and ripening of fruits. In: Asean Horticultural Produce Handling Workshop Report, D.B. Mendoza and R.B.H. Willis, (ed.) Asean Food Handling Bureau, Kuala Lumpur, Malaysia.
14. Thompson, A. K. 1998. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. New York: CAB.

Development of an Automatic Monitoring and Controlling System for a Controlled Atmosphere Storage of Custard Apple Fruit

Hung-Yen Chan[1], Chung-Kee Yeh[2]

[1] PhD. Candidate, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

[2] Associate Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

Abstract

The main purpose of this study develop an automatic monitoring and controlling system for a controlled atmosphere (CA) storage of custard apple fruit. Combined with the existing temperature, humidity and time recording instruments of a storage environment, an automatic detecting and adjusting system of a CA storage of custard apples was developed. The gas conditions in a CA storage can be monitored and also were fully controlled. The whole storage process for custard apples can be regulated in time by the adjustment of individual gas proportion. In this study, fully ripe custard apples were stored at 5% O_2 and 5% CO_2 at 15°C, and compared with custard apples stored at 25 °C in the air and cold storage at 15 °C. Custard apples were removed from CA storage one week after storage and different quality parameters were measured by several detectors. The results of this study are the custard apples stored in CA storage showed better retention of freshness, color and firmness as compared to the custard apples stored in the air. In addition, the custard apples were stored at 5% O_2 and 5% CO_2 at 15°C can obtain best storage quality of custard apples. Custard apples held in the air were highly unacceptable due to overripe and off-flavor. Therefore, this study of an automatic monitoring and controlling system for a CA storage not only the quality of fruits can be preserved for domestic market, but also these fruits have their international competitiveness when they are exported to other countries.

Keywords: Storage, Controlled atmosphere (CA), Custard apple.

以荷姆霍茲共振器為基礎的線上蔬果體積分級系統之研製

程安邦[1], 范揚凰[2], 陳玟翰[2], 吳剛智[3]

[1]國立宜蘭大學生物機電工程學系 教授
[2]國立宜蘭大學生物機電工程學系 研究生
[3]國立宜蘭大學生物機電工程學系 副教授

摘要

本研究乃利用聲學原理中的荷姆霍茲共振器研製一套線上蔬果體積分級系統。本系統為乾式、非接觸式的量測系統，除可用於蔬果的體積量測，也適用於其他不可浸水的物體。本系統的量測原理，是利用共振器在置入外物時，腔內氣體的共振頻率會因而改變，並依此特性推算置入物體積。本系統利用機械敲擊產生的衝擊響應訊號來激起共振器共振，並在時域中以奇異值分解法(Singular Value Decomposition, SVD)分析系統的共振頻率。本系統的敲擊機構是以三個固定角度差的凸輪與壓縮彈簧的撞針來製造三個固定時間差的衝擊訊號，並以奇異值分解法分析共振訊號的平均值來預測體積，以增加系統強健性。在輸送蔬果方面，因共振器的量測系統在非開口處必須保持氣密，故本研究以皮帶輪建構輸送系統，讓蔬果在量測過程受到輸送系統的影響降至最低。在分級的部分，本研究利用直線運動的氣壓缸與滑軌、平板結合，利用氣壓缸伸長時將平板推轉進而將移動中的蔬果導入收集槽中。本系統的分級水準，對於規則形蔬果(珍珠芭樂、富士蘋果)以及不規則形蔬果(紫心地瓜、釋迦)分四級的成功率皆可達85%以上，與現有分級機械的90%成功率相近，已接近實用標準。本系統的分級速度，最高為每分鐘35顆，尚有改善空間。

關鍵詞：荷姆霍茲共振器、體積分級機、奇異值分解法、衝擊響應。

一、前言

蔬果收穫後的分級處理是提高其經濟價值與推動優質化生產的重要手段，分級的方法則因蔬果種類而異(國立中興大學農業暨自然資源學院，2007)。傳統的分級方式多以物理量為分級依據，包括重量、體積與密度。隨著對品質要求的提升，蔬果分級的方法也愈來愈多樣與細緻化，例如以蔬果外觀的色澤、內部品質的糖度與堅實度等做為新的評量標準。這些利用影像、力學、光學等原理為基礎的新技術隨科技進步而逐漸成熟，也開始有商品化的產品在市面上出現(陳，2005)。然而，以物理量為分級依據的自動化機械仍然有其需求，原因包括(1)原理簡單，與人們日常生活的經驗相符，容易被理解與接受；(2)造價相對比較低廉；(3)分級需求僅只於此(例如有利於包裝即可)。當然，如果結合重量與體積的資訊就可以計算出密度。已有學者研究發現有些蔬果的品質與密度呈現正相關，例如奇異果的糖度與密度呈正比例關係(Ohnishi *et al.*, 2008)，此物理量資訊也可以作為內部品質的參考。

國內學者投入重量分級機械的研究已有很長一段時間，發展也已經很成熟，主要可分為機械式砝碼與電子式荷重元兩種，也有多家廠商生產各式分級機械(農糧署，2009)。然而，體積與密度的自動化分級系統的發展仍未有關鍵性的突破。目前體積分級機械以篩孔式、

圓盤式與滾軸式最為常見，分級原理也大致相同，主要是利用蔬果粒徑或軸徑的大小進行選別，常用於球形與長軸形蔬果的分級作業。這是因為蔬果粒徑大致與體積成正比的關係，若幾何為不規則形的蔬果就難以適用，因此在使用上仍然受限。此外，雖然也有研究者利用光學的遮罩時間長短、遮罩量與或影像的投影面積估算體積，但這些方法在不對稱或是表面凹陷的蔬果量測上會造成很大的誤差，應用層面也很有限。另一方面，若要直接量測蔬果的密度並加以分級顯然又更是困難，密度分級機械的發展則尚未萌芽。

現今重量量測與分級的技術已經相當成熟，而體積與密度的自動化分級系統因受限於線上量測的諸多瓶頸而不易突破，量測精度與通用性仍有改善與拓廣的空間。現有的體積分級機械多以機械的方法同時進行量測與分級作業，這樣的方式看似便利，實際上蔬果卻有可能在過程中受到擠壓而損傷。就體積量測的方法而言，目前以排水法(displacement method)最為普遍，但缺點是(1)待測物必須浸水，不利後續處理；(2)水會晃動，不利測量；(3)進出水面的機構不易設計。另一方面，如果由密度與重量反向推導體積顯然又更加困難，以體積為分級標準的自動化機械仍然付諸闕如。若能夠開發乾式的體積量測法，將可以大大改善以大小為分級標準的便利性及機械精度，並提供生產者與消費者新的客觀評量標準。

近年國外陸續有學者利用聲學原理中的荷姆霍茲共振器(Helmholtz resonator)為工具發展體積量測系統(Nishizu and Ikeda, 1997; Nishizu *et al.*, 2001; Webster and Davies, 2010)，也都有相當不錯的成果。這一套新發展的體積量測工具有許多優點，諸如(1)屬於乾式、非接觸式的體積量測系統；(2)通用性高，可量測各種形狀物體的體積；(3)原理簡單，與人們日常生活習慣相近，有利於推廣普及。綜述這些優點，恰好是現今體積分級機械所欠缺的要素，因而啟發本研究的動機。本研究期能利用荷姆霍茲共振器發展一套自動化的線上體積分級系統，以突破目前機械式的體積分級方式，提高體積量測的便利性及精度。

二、材料與方法

以個人電腦(華碩，ASUS F3J)搭配多功能資料擷取卡(NI，NI USB – 6211)控制機電系統的數位訊號輸出(Digital Output, DO)，以及擷取自麥克風(俊驊，EM 070)接收的類比訊號輸入(Analog Input, AI)資料。本系統利用凸輪、彈簧與撞針組成的三連發敲擊機構做為激振的方法，並在時域上以奇異值分解法(Singular Value Decomposition, SVD)分析共振器的共振頻率，並藉此反算待測物的體積。最後利用直線運動氣壓缸(CHELIC，SDA20/050)結合門栓檔板以導向的方式將蔬果導入收集槽中。

三、結果

本研究所自行研製的體積分級系統照片如圖 1 所示，包括輸送帶、共振腔、敲擊機構、分級撥桿機構、收集槽、控制用電腦、NI 資料擷取卡等。

重要組件特色與實驗之結果分述如下

(一)激振系統—往復式凸輪敲擊機構

敲擊機構主要是由一只直流馬達結合其驅動軸上的三組凸輪與撞針所構成。每組凸輪為兩兩成對且各自相差 30 度，每組凸輪後方皆搭配一只壓縮式彈簧的撞針。這樣的設計是為了使敲擊機構能夠對共振器的三次撞擊造成時間差，並以三次敲擊訊號分析的結果

估算體積。由三組連動但有角度差(可造成敲擊時間差)的凸輪帶動往復式敲擊鎚的平面機構組成，並以同一顆馬達驅動。

(二)分級系統—分級撥桿

本系統的分級作業是利用撥桿改變蔬果行進的方向，將蔬果依級別各自導入其收集槽中，其動作解說見於圖 2。分級撥桿機構主要是由直線氣壓缸與結合滑軌的擋板所組成。擋板以門栓做為樞紐固定於機架上，滑軌銜接氣壓缸頭前端。當氣壓缸推出，擋板即向外翻轉 45 度，可將輸送帶上行進的蔬果導入收集槽中。本系統共有四組撥桿，依序安裝於後端輸送帶側邊，最多可將蔬果區分為五級，第五級為不列入分級者，由輸送帶直接送出。

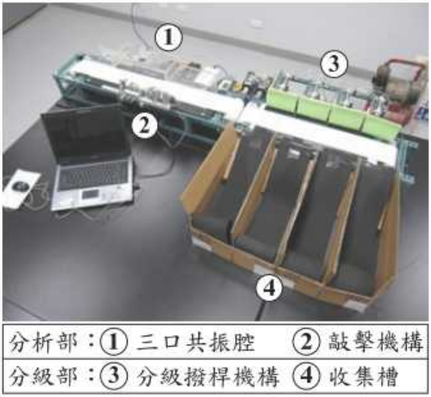


圖 1 線上體積分級系統照片

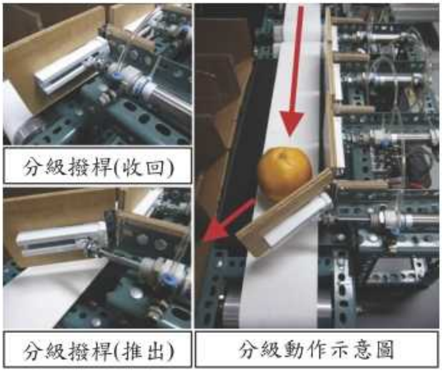


圖 2 分級撥桿的動作解說圖

(三)實驗資料分析

本體積分級系統建構完成後，分別以珍珠芭樂、富士蘋果、紫心地瓜、鳳梨釋迦為實驗對象，並以排水法所得到的體積為準，驗證四種水果的分級成功率。首先是珍珠芭樂，以 150cc 為分段標準，三等級五重複的實驗結果如表 1，平均成功率為 93.33%。接著為富士蘋果，區分為二、三、四等級，三重複的體積分級結果如表 2。由該表中可知四等級的平均成功率最低，但也達到 86%。紫心地瓜為不規則與表面凹凸的代表性水果，其在三重複、不同等級的實驗結果分別列於表 3。即便紫心地瓜三分級的成功率最低，也達到 84.8%。

表 1 珍珠芭樂的五重複分級實驗結果

實驗樣本	珍珠芭樂(15 顆)					
分級速度(顆/分)	25					
	一重複	二重複	三重複	四重複	五重複	平均值
平均誤差(%)	-0.92	1.05	-0.35	-0.03	-0.25	-0.52
標準差(%)	8.68	7.76	7.86	9.99	8.97	8.65
分級成功率	86.67	100	100	93.33	86.67	93.33

表 2 富士蘋果在 25 顆/分速度下的三重複體積分級結果

實驗樣本	富士蘋果(100 顆)			
分級速度(顆/分)	25			
	一重複	二重複	三重複	平均值
平均誤差(%)	1.05	-0.16	0.13	0.34
標準差(%)	10.72	5.95	6.12	7.6
兩級成功率(%)	92	98	97	95.67
三級成功率(%)	81	90	91	87.33
四級成功率(%)	76	90	92	86

表 3 紫心地瓜的三重複體積分級結果

實驗樣本	紫心地瓜 (36 顆)			
分級速度(顆/分)	25			
	一重複	二重複	三重複	平均值(%)
平均誤差(%)	0.93	0.93	2.13	1.33
標準差(%)	12.08	13.08	11.96	12.37
兩級成功率(%)	94.44	88.89	86.11	89.81
三級成功率(%)	86.11	80.56	86.11	84.82
四級成功率(%)	94.44	88.89	86.11	89.81

四、討論

本研究利用荷姆霍茲共振器原理所完成的體積分級系統具有以下特色：

(1) 屬於乾式的體積分級系統，除農產品外，也適用於其他不可浸水的待測物。

(2) 體積量測過程屬於非接觸式，可避免造成不必要的損傷。

(3) 相較於早期研究者使用喇叭激振的頻域掃頻法，本研究以機械敲擊造成的衝擊響應並利用 SVD 法在時域解析系統的共振頻率，能夠大大縮短量測的時程。

(4) 本研究的分級撥桿使用直線氣壓缸結合滑軌與平板，以推轉平板來改變蔬果行進方向的方式來分級。

(5) 本研究的敲擊機構利用三個固定角度差的凸輪與壓縮彈簧的撞針製造三個固定時間差的衝擊訊號，並以分析共振訊號的平均值來預測體積，有助於增加系統強健性

(6) 本系統的架構簡單，製作成本低。

(7) 通用性高，針對粒狀蔬果可一體適用。

(8) 量測與分級結果數據化，可進一步製作生產履歷，提升產銷品質。

在工作效能方面，本系統的分級成功率在分為四級的情況下，分級成功率可達 85%以上，已接近實用標準；本系統分級速度，最高為每分鐘 35 顆，尚有改善空間。

參考文獻

1. 陳世銘，馮丁樹，洪慎德，吳春杰，呂昆忠，呂秉才。1996。柑橘類水果光電選別機之研製。農業機械學刊5(4)：33-46。
2. 國立中興大學農業暨自然資源學院。2007。蔬果品質分級標準暨包裝規格手冊。南投：行政院農業委員會農糧署。
3. Nishizu, T., and Y. Ikeda. 1997. Volume measuring system by acoustic method for agricultural products – development of field instruments for measuring volume. ISAMA. 275-280. Taipei, Taiwan.
4. Nishizu, T., Y. Ikeda, Y. Torikata, S. Manmoto, T. Umehara, and T. Mizukami. 2001. Automatic, continuous food volume measurement with a Helmholtz resonator. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript FP 01 004. Vol. III.
5. Ohnishi, K., T. Nishizu, N. Kondo, K. Goto, S. Maezawa, K. Nakano and I. Nakanishi. 2008. A consideration on afterripening management of kiwifruits based on relation between fruit density and sugar content. ASABE paper No. 085226.
6. Webster, E. S. and C. E. Davies. 2010. The use of Helmholtz resonance for measuring the volume of liquids and solids. MDPI. Sensors 10(12): 10663-10672.

A Helmholtz-Resonator-Based On-line Volume Sorting System for Vegetables and Fruits

An-Pan Cherng[1], Yang-Huang Fan[2], Wen-Hang Chen[2], Gang-Jhy Wu[3]

[1] Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University
[2] Graduate Student, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University
[3] Associate Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University

Abstract

This research is aimed at developing a fruits as well as vegetables volume sorting system, which is based on a Helmholtz resonator. This system is a dry type and non-contact measurement system. In addition, it can be used to measure the volume of water-soaking-forbidden objects. The principle of Helmholtz resonator is based on the fact that its acoustic resonant frequency is a function of cavity volume. When an alien object is inserted into the cavity, the total air volume inside the cavity decreases. As a result, its acoustic resonant frequency increases. An automatic striking mechanism composed of three hammers was designed to induce the acoustic impulse responses, and a Singular Values Decomposition (SVD) algorithm was applied to extract these resonant frequencies consecutively. The averaged resonant frequency was then used as the measured resonant frequency. An air-sealed conveyor system was fabricated to transport each fruit for measuring its resonant frequency. For grading purposes, a mechanical-electrical system with air-cylinder, wood-slider, and a Programmable Logic Controller (PLC) was also integrated. The averaged successful rate of sorting fruits reaches 85% for both regular-shape fruits (guava and apple) and irregular-shape fruits (yam and custard apple), very close to the requirement of 90% successful rate for a commercial fruit grading system. The top speed of the developed system is 35 fruits per minute.

Keywords: Helmholtz resonator, Volume sorting machine, Singular value decomposition

熱動製冷於農業的應用

黃振康[1], 劉郁緯[2]

[1]國立台灣大學生物產業機電工程學系 副教授
[2]國立台灣大學生物產業機電工程學系 博士班研究生

摘要

本文簡述過去探討吸收、吸附式太陽能熱動製冷應用在農業環境空調降溫的可行性。針對臺北地區高濕環境研究太陽能集熱器對水加熱之溫度及開放吸附式除濕製冷效果，並探討開放吸附式除濕輪分區比例與調節室內濕度對製冷能力的影響。若能以其他廢熱取代太陽能，則此熱動製冷技術可以利用熱能轉換成冷氣，以滿足各項降溫需求，也將可進一步推廣廢熱回收之普及應用，並減輕電能負擔。

關鍵詞：太陽能、熱動製冷、吸附式冷氣。

一、前言

農業環境與農產品產製過程，有許多加熱與降溫的程序。目前加熱程序多使用電力或燃料進行；然多數效率不佳，很多熱量未能精準傳送到待加熱的物品上。另一方面，降溫程序則多藉風扇或壓縮機，達成製冷的目的。先不論冷氣洩漏的部份，傳統製冷方式對電力倚賴甚重；於電價高漲的今日，為生產成本上不小的負擔。

理論上，地球附近每平方公尺面積可獲得 1,300W 的太陽能。這個數字依日照斜射角度、雲層厚度等因素，到達地表時多半在 0 至 500 W/m^2 之間。目前太陽能的使用以轉換為電能和熱能為主。其中轉換電能的效率約在 20%以下；若為半透光式的薄膜太陽能電池轉換效率更低，約在 10%左右。太陽能熱水器之類的太陽熱能轉換效率較高。一般平板式太陽能熱水器約有 50~ 60%，絕熱較佳的真空管熱水器則可達 70~ 80%。

一般冷氣需要供給予電能使其可以將熱能從較低溫的室內，移除到較高溫的室外，達到製冷的目的。然而輸入的能量並非一定為電能，熱能亦可作為輸入能源來驅動系統的作動。日本即有瓦斯冷氣，而國內亦可看到以罐裝瓦斯作為能源的露營用冰箱。

開放固體吸附式製冷技術 (Desiccant Evaporative Cooling，簡稱 DEC)的工作介質為空氣和水，系統直接處理要進入空調場所的外界空氣，利用例如矽膠、氯化鋰、沸石、陶瓷以及其他等多孔性吸附劑先將室外空氣做除濕處理，此轉輪被一只擋板隔成除濕及還原兩側；當除濕側空氣流過轉輪時，空氣中之水蒸汽會被轉輪內之吸濕劑所吸收而變成乾燥空氣吹出；當此轉輪轉到還原側時，還原側之熱空氣流過轉輪將吸濕劑中之水份蒸發，由風機將此潮濕空氣吹出室外。若以太陽能熱水器所得熱水做為系統能源輸入，則成為太陽能冷氣。開放固體循環吸附式製冷因工作環境的溫濕度不同，而有 COP 0.5 至 1 的效率差異，於高溫高濕環境下工作效率不佳。為降低製冷溫度而開發複合多孔性材質能使用較低溫的熱風排出除濕輪中之水份(Jia et al., 2007)，或是在緯度較高的地區也可利用太陽熱能驅動吸附式製冷(Halliday et al., 2002)。另外，製作多段系統亦能降低再生溫度使空調場所得到的

溫度能夠更低，亦證實多段系統的效能較單段好(Huan and Jianlei, 1999)，也能降低環境熱污染(Ge et al., 2009)。

本文簡述過去探討吸收、吸附式太陽能熱動製冷應用在農業環境空調降溫的可行性。針對臺北地區高濕環境研究太陽能集熱器對水加熱之溫度及開放吸附式除濕製冷效果，並探討開放吸附式除濕輪驅動溫度與調節室內濕度對製冷能力的影響。若能以其他廢熱取代太陽能，則此熱動製冷技術可以利用熱能轉換成冷氣，以滿足各項降溫需求，也將可進一步推廣廢熱回收之普及應用，並減輕電能負擔。

二、材料與方法

本文採用除濕輪除濕機(聲寶，臺灣)內部之除濕輪、轉輪馬達及風機，用以降低空氣濕度；結合自行設計、由壓克力容器與超音波造霧器(東東實業，臺灣)組合而成之加濕腔體對空氣進行直接加濕冷卻。調整造霧器數量及加濕腔體高度觀察加濕後溫濕度之關係，尋得最佳出氣溫度之參數組合。

再生部分的核心為空氣加熱器，此空氣加熱器功能為使太陽能熱水與空氣加熱，在吸附式製冷中，是除濕輪再生部分的核心。目前是採用機車(Majesty125，Yamaha)冷卻水箱。共有 30 支集熱器之真空管式太陽能集熱器(Apricus，澳洲)放置於自行組裝、固定照射夾角為 25°、可移動之鍍鋅角鐵架上，做為除濕輪再生所需的熱空氣加熱來源。

本研究使用一板式氣體對氣體熱交換器，使得進入加濕腔體之低濕空氣得以降低溫度，同時使得進入空氣加熱器之空氣溫度得以提高。系統最後部分將經除濕輪吸附水分後的乾空氣，使用直接蒸發冷卻方式將空氣降溫。本實驗的造霧器(六倍霧，東東實業)，每分鐘可達 24 ml 的造霧量。

如圖 1 所示，本研究首先將外界空氣經過除濕輪除濕(1-2)，空氣的溫度因吸附熱的釋放而升高，最後通過加濕器作蒸發冷卻(2-3)降低溫度達成致冷效果；另一方面，空氣加熱器將室內空氣加熱至所需的再生溫度(4-5)，然後將熱空氣吹入除濕輪使吸附劑的水份脫附(5-6)，將高溫高濕空氣排到外界。

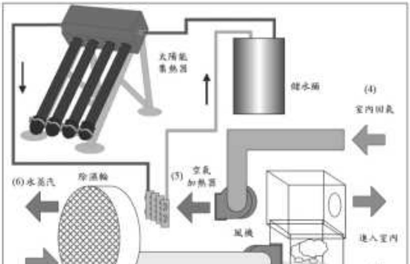


圖 1 太陽能除濕冷卻示意圖

文獻探討中，開放吸附式除濕製冷系統大部分是將除濕輪分割成，除濕部分與再生部分，考量空氣經過除濕輪後會產生吸附熱，本實驗多加入散熱部分探討；為了找尋最佳化的參數，實驗中將除濕輪分成三個部分，除濕區域、再生除濕輪區域以及風扇散熱除濕輪區域，不同比例的四種比例關係如表 1。

三、結果

由比例關係 1 實驗結果可知當環境濕度約 53.3%，環境溫度約 28.5℃時，平均下降溫度約 5.2℃；比例關係 1 是由除濕區域、再生除濕輪區域以及風扇散熱除濕輪區域，所佔面積比例各佔 1/3 時的結果，可見當各區域均等時可得到良好的下降溫度，而接下來不同的比例可以來判斷各區域的比重。

由比例關係 2 實驗數據可知當環境濕度約 54.4%，環境溫度約 28.5℃時，平均下降溫度約 5.0℃；比例關係 2 是由除濕區域 1/4、再生除濕輪區域 1/2 以及風扇散熱除濕輪區域 1/4 時的結果，可見當將再生除濕輪區域的比重提高，下降溫度仍可維持在 5.0℃，再生除濕輪區域佔除濕輪 1/2，使得除濕輪有較多的再生時間，可以讓除濕輪的除濕能力有較明顯的再生，才能讓系統最後造霧器能有更大的加濕空間；不過下將溫度略小於比例關係 1，有可能是因為當再生除濕輪區域一提高，是能夠讓除濕輪上的水份更充分的帶走，不過也使除濕輪溫度提高，而風扇散熱除濕輪區域相對變小也影響了下降溫度。

由比例關係 3 實驗數據可知當環境濕度約 54.2%，環境溫度約 28.3℃時，平均下降溫度約 4.8℃；比例關係 3 是除濕區域 1/4、再生除濕輪區域 1/4 以及風扇散熱除濕輪區域 1/2 時的結果，可見當將風扇散熱除濕輪區域的比重提高，下降溫度會略高 2-3℃，約可維持在 4.8℃，這跟比例關係 2 是相對的關係，風扇散熱除濕輪區域佔除濕輪 1/2，使得除濕輪有較多的散熱時間，可以讓除濕輪的熱量下降，得到較低溫的乾空氣，但是再生除濕輪區域相對變小也影響了除濕輪的再生能力，以致最後的下降溫度會略高 2-3℃。

由比例關係 4 實驗數據，由實驗結果可知當環境濕度約 53.7%，環境溫度約 28.4℃時，平均下降溫度約 4.4℃；比例關係 4 是除濕區域 1/2、再生除濕輪區域 1/4 以及風扇散熱除濕輪區域 1/4 時的結果，可見下降溫度明顯降低剩 4.4℃，當除濕區域提高，原期望可以有較長除濕時間，但再生除濕輪區域以及風扇散熱除濕輪區域相對變小，不只除濕輪的再生能力下降，除濕輪的熱量也無法足夠的散熱，使最終下降溫度能力是最低的。

綜整四種比例關係之實驗數據於表 2。

四、討論

由表 2 可見當比例為各 1/3 時能有較明顯的下降溫度，但有此也發現此系統的各區互相影響會改變下降溫度；未來希望能設計分段式除濕製冷，能使各區域的能力有充分的時間運行，而且不互相影響。分析比較由表 2 可知，當各部位佔 1/3 時，可以達到最大下降溫度，還可以從不同比例關係得知，影響下降溫度的參數為:再生熱風>風扇散熱>除濕端；由此可見再生除濕輪是相當關鍵，除濕輪再生後的能力影響系統最大，其次是對除濕輪散熱，最後則是除濕端，若是再生能力不好，除濕能力會下降。

進行太陽能製冷相關研究數年，可彙整以下結論:

● 熱動製冷具有節能潛力，使用少許電能配合熱能，能夠提供較低溫的空氣，減少傳統空調負荷。

● 有效避免再生廢熱進入空調空間，可進一步展現熱動製冷的效能。
吸附效率提升與脫附溫度的降低，將有效提升熱動製冷的效率。

● 圖 2 為本團隊最新開發的原型機。還原除濕輪的行程的廢熱送往室外，且同時段仍進行未除濕之直接加濕冷卻，頗具潛力。

表 1 本文所測試不同之除濕輪分區比例組合

比例關係	除濕區域	再生除濕輪區域	風扇散熱除濕輪區
1	1/3	1/3	1/3
2	1/4	1/2	1/4
3	1/4	1/4	1/2
4	1/2	1/4	1/4

表 2 綜合整理不同比例組合與下降溫度

	除濕區域	再生除濕輪區域	風扇散熱除濕輪區域	下降溫度(℃)
所佔比例	1/3	1/3	1/3	5.2
	1/4	1/2	1/4	5.0
	1/4	1/4	1/2	4.8
	1/2	1/4	1/4	4.4

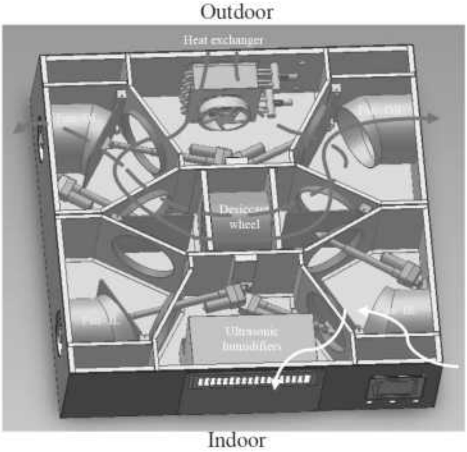


圖 2 多段式熱動除濕製冷系統作動示意圖

參考文獻

1. 工業技術研究院能源與資源研究所。2008。太陽能熱水器。台中：永續環境教育輔導團。網址：http://ee.tcc.edu.tw/07eneragy/energy/energy-edu/4-1.htm。上網日期：2011-10-07。
2. 桃園太陽能服務中心。2009。太陽能熱水器。桃園：明宜科技有限公司。網址：http://tw.myblog.yahoo.com/xin-dong/article?mid=54&next=25&l=f&fid=13。上網日期：2011-10-07。
3. Chung, J.D. and D.Y. Lee. 2011. Contributions of system components and operating conditions to the performance of desiccant cooling systems. International Journal of Refrigeration-Revue Internationale Du Froid. 34(4): 922-927.
4. Ge, T.S., Y.J. Dai, R.Z. Wang, and Y. Li. 2008. Experimental investigation on a one-rotor two-stage rotary desiccant cooling system. Energy. 33(12): 1807-1815.
5. Ge, T.S., Y. Li, R.Z. Wang, and Y.J. Dai. 2009. Experimental study on a two-stage rotary desiccant cooling system. International Journal of Refrigeration-Revue Internationale Du Froid. 32(3): 498-508.
6. Glav, B.O., Air conditiong apparatus. 1966: U.S. p. Patent No.3251402.
7. Halliday, S.P., C.B. Beggs, and P.A. Sleigh. 2002. The use of solar desiccant cooling in the UK: a feasibility study. Applied Thermal Engineering. 22(12): 1327-1338.
8. Heidarinejad, G. and H. Pasdarshahri. 2011. Potential of a desiccant-evaporative cooling system performance in a multi-climate country. International Journal of Refrigeration. 34(5): 1251-1261.
9. Henning, H.M. 2007. Solar assisted air conditioning of buildings - an overview. Applied Thermal Engineering. 27(10): 1734-1749.
10. Huan, Z. and N. Jianlei. 1999. Two- stage desiccant cooling system using low-temperature heat. Building Services Engineering Research and Technology. 20(2): 51-55.
11. Mazzei, P., F. Minichiello, and D. Palma. 2002. Desiccant HVAC systems for commercial buildings. Applied Thermal Engineering. 22(5): 545-560.
12. Pennington, N.A., Humidity changer for air conditioning. 1955: U.S. p. Patent No.2700537.

The Agricultural Application of Thermally-Driven Chillers

Chen-Kang Huang[1], Yu-Wei Liu[2]

[1] Associate Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

[2] Graduate student, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

Abstract

In this study, the feasibility exploration of the thermally-driven absorption chiller, and adsorption chiller was described. For high-temperature and high-humidity environment in Taipei, the output water temperature of the solar water heater was studied for better chilling performance. The effects of section ratios of the dehumidifying wheel and indoor humidity were discussed. If other waste heat can be used to replace the solar thermal energy, the technology can be used to convert heat to air-conditioning to fulfill chilling requirements and conserve the traditional energy resource.

Keywords： Solar energy, Thermally-driven chilling, Adsorption air-conditioning.

多功能自動化蔬菜種苗載具之研究

侯宣佑[1], 王薪稂[2], 謝廣文[3]

[1]國立中興大學生物產業機電工程學系 碩士
[2]國立中興大學生物產業機電工程學系 碩士班研究生
[3]國立中興大學生物產業機電工程學系 副教授，通訊作者

摘要

本研究建置一個多功能自動化蔬菜種苗載具，此載具採用跨植床的方式設計，作業載具材料採用鋁擠型 M8 系列為主體，傳動部分採用 1 HP 之渦輪煞車馬達作為載具之動力來源，另外搭配傳動軸、傳動齒輪、十字轉向器組成傳動系統，馬達透過傳動軸與十字轉向器來帶動整個載具之移動，定位系統部分之設計以近接開關、定位氣缸與定位孔組成定位系統，載具移動至定位點時定位氣缸伸出並插進定位孔確保定位之準確性，載具控制程式由 PLC 撰寫，提供手動與自動兩種模式供使用者做不同選擇。

關鍵詞：自動化、蔬菜種苗 、載具。

一、前言

隨著精緻農業自動化的發展，農業生產於品質上的要求日益增加，而各項相關新技術亦相繼研發，透過新技術的應用，可提升國內農業的競爭力，提高農業的知識與科技加值。種苗為作物生產之基礎材料，其生產過程從作業室的播種作業到育苗室的栽培管理，需要極大的人力資源來投入，但是隨著科技產業發達，國人投入農業發展的人力逐年下降，且青壯年人力比率更是較傳統降低了不少，使得傳統農作物種苗產業逐漸喪失競爭力，加上國際市場的全面開放，國際競爭壓力也越來越大，近年來市面上又充斥著黑心農產品，嚴重影響消費者的信心及本土作物的競爭力，亟需利用資訊科技與種苗產業的結合來提供其品質需求，以因應國內外市場對高品質種苗之殷切需求。

蔬菜種苗的育苗作業包含從播種、發芽到育苗的各項培育管理措施，育苗工作於蔬菜栽培來說是相當重要的一環。育苗管理作業的目標為培養出根系健康、苗株粗壯且無病蟲害的種苗來確保蔬菜的品質。馮和邱，(1998)提出一個完整的育苗作業體系應包括苗盤清洗整理、苗土準備、稻種浸種、播種、苗盤堆積、搬運、排盤搬運出苗等，規模大的場已具部分自動化程度，小規模的育苗中心有待進一步的研發與改良。吳，(1985)研究指出搬運及物流規劃是育苗場營運中需要重視的課題。在管理方面，段，(1993)曾就育苗中心的營運情形進行調查，其中育苗作業中搬運佔了相當大的人工成本，應研發適當的機械來幫助育苗場進行搬運工作方能降低作業成本。Tompkins and White，(1984)提出設施內之搬運設計規劃，其相關動線規劃與分析亦相當重要。在溫室物流系統規劃方面，陳和洪，(2002)針對育苗場搬運系統之出苗和入苗作業進行分析，調整溫室的排列方式有助於提高搬運系統之利用效率。楊等人，(1997)研發直流減速馬達驅動搬運車，具有遙控裝置，便利在溫室之中操控。並研究使用軌道式搬運車，在溫室中鋪設固定式或臨時軌道，不會遭受到植床等設施之阻礙。且為節省台車行走的空間，採用跨植床的台車搬運型式。Aldrich and Bartok，

（1989)利用輸送帶與纜繩控制手推車，直接在育苗室與作業室間進行搬運育苗盤工作，對於平底苗箱的裝載及卸貨工作十分便利。陳，(1999）研究在較大型之育苗場中，為了解決大量的育苗盤搬運問題，常採用子母車搬運系統來進行搬運工作，可用電腦操作之自動化系統，依設定位置自動抓取育苗箱至預定位置。

廣義之機器人應包含感測系統、決策資源、作動系統三部份，可在現今人力較缺乏之產業中提供極大之幫助，若能將此運用於育苗作業中，可有效的解決人力缺乏之問題。農業機器人應用在作物採收部分的研究有李和王，(1999) 研製柑橘果實機器手臂。Henten, et al.，(2003)研製小黃瓜採收機器人，利用移動式 CCD 進行影像拍攝工作，從判斷到採收約需兩分鐘，成功率為 75%。Ling, et al.， (2004)研究番茄採收機器人，使用之採取爪具為 4 爪型式配合機械手臂進行採取的動作。林，(2009)開發設施內番茄採收機器人系統，包含機械手臂、採摘爪具、機器視覺及機器人載台等四部份。Bak and Jakobsen，(2004)研製田間雜草機器人，其具有可迴轉驅動之四輪行走平台。機電整合方面徐，(2006) 開發設施內精準可變率噴灑控制系統。利用微處理機控制技術結合可程式控制器與變頻器等電控元件。應用制動電磁閥等控制元件，組合成設施內精準可變率噴灑系統。

本研究目的為製造出一個多功能自動化蔬菜種苗載具，此載具除了能夠穩定移動且定位之外，後續可搭載影像判別系統及機械輔助苗盤擺放及收集裝置，機械輔助苗盤擺放及收集裝置可以取代傳統使用人力擺盤和收盤之工作，減少育苗場工作人力不足之窘境，協助種苗生產業者提升種苗品質並減少人工作業程序。

二、材料與方法

蔬菜種苗的育苗作業包含從播種、催芽到育苗、出苗的各項培育管理措施，對於於蔬菜栽培來說是相當重要的一環。以吳平育苗場的實際工作流程，規劃本研究的試驗設備與方法。

考慮到苗場實際狀況，及搭載後續架設之設備（如影像判別、苗盤自動擺取設備），本研究製作之載具將設計成跨植床模式，以方便育苗場內之使用，將載具的尺寸定為長度 1900 mm，寬度 1280 mm，高度為 1000 mm。

載具根據功能不同可分成兩部分，其中一部分稱為取苗部，在此放置馬達帶動整個載具移動，並預留空間以便之後架設取苗機械手臂移動所需之滑軌，取苗部寬度為 640 mm，離地高度為 1000 mm；載具另一部分稱為取像部，預計架設影像擷取設備來拍攝種苗生長情況，為了配合攝影機的拍攝角度，此部分往上加高 700 mm，以便架設攝影機之滑軌，取得攝影機攝影之最佳角度。

載具最大目的便是能夠穩定的行走及定位功能，使用鋁擠型 M8 系列來作為載具的架構，使用鋁擠型的好處在於其擴充性佳，之後若有需要擴充較方便，鋁擠型還有下列幾項好處：質輕、延展佳、導熱快、易加工、回收率高，若經適當熱處理有良好之強度、硬度與耐衝擊。

傳動系統由馬達、傳動軸、十字轉向器及傳動齒輪所組成，載具採用單邊傳動且前輪帶動後輪方式前進，使用單向 220V 電源。考慮其動力及定位精準度，使用渦輪煞車馬達，以提供載具穩定的動力來源，具備煞車功能亦可加強定位的準確性。使用之行進輪為直徑

90 mm 之塑膠輪，行走之軌道為三角形狀之角鐵軌道，載具實際圖如圖 1。

載具移動定位機構設計由定位近接開關、定位氣壓缸、定位孔、定位感應塊與極限開關所組成，如圖 2 所示之定位機構實體圖。在軌道旁設定每 60 cm 一定位點，當近接開關感應到定位孔旁設置之定位感應塊時，定位氣壓缸伸出並插進定位孔確保定位之準確性，氣壓缸上有兩個磁簧開關判斷是否到達上、下極限。載具移動至設定之定位點時控制馬達停止運轉並準確定位，待主機接收到動作完成訊息後，定位氣壓缸離開定位孔並繼續運動。當載具碰觸到終點之極限開關後，表示載具已抵達終點，且準備退回起始點。

載具控制系統為三菱 FX3U-32M PLC， 利用電腦撰寫程式後匯入，另外搭配士林電機簡易型 SS 系列及變頻器，可藉由改變輸出頻率來調整載具之移動速度。載具可藉由控制箱上方之按鈕及人機介面進行操控，操作模式提供手動與自動兩種模式。

在本研究中載具的移動速度是一個育苗場業者關注的參數，量測在不同的變頻器參數（Hz）控制下，載具空車與拉上苗盤推車相對載具的移動速度，供使用者參考。

定位準確度是另一個使用者關心的參數，我們在 3 公尺長度之 Y 軸的直線軌道旁每隔 60 cm 設置一個定位點，定位結果將分成幾項來記錄：準確完成定位、定位氣壓缸未到達定位孔便伸出、定位氣壓缸超過定位孔才伸出、其他（需另外紀錄），步驟與速度測試相同。載具分別有空車、後方拉上之苗盤推車乘載 60 盤苗盤和 120 盤苗盤三種狀況，檢視載具在拉上苗盤推車後是否仍舊有著相同的定位功能。載具空車時變頻器頻率使用 10~60 Hz 而乘載苗盤時僅測試較適合育苗場工作之三個頻率 30~50 Hz 做測試。

三、結果

根據育苗場平日使用之性能及規格要求進行多功能自動化蔬菜種苗載具之規劃設計，載具是採用跨植床的方式，載具採用鋁擠型 M8 系列，傳動部分採用 1 HP 之渦輪煞車馬達作為載具之動力來源，馬達透過傳動軸與十字轉向器來帶動整個載具之移動，定位系統部分，設計以近接開關、定位氣缸與定位孔完成定位作業，至定位點時定位氣缸伸出並插進定位孔確保定位之準確性，載具控制系統則應用 PLC 透過程式撰寫，以控制載具穩定移動與準確定位，本研究目標在於建立個穩定移動且準確定位之移動載具，以利於後續之機械手臂和影像判別設備之裝置。

圖 1 多功能自動化載具實際圖

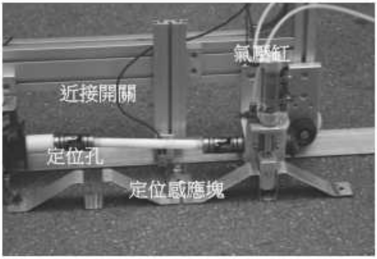


圖 2 定位機構實體圖

根據實驗，當變頻器輸出頻率低於 5 Hz 時，載具行走過程會有些許的搖晃現象發生，所以建議變頻器輸出頻率最低為 10 Hz，根據育苗場業者經驗指出，載具在進行育苗工作時之最佳速度應該介於一分鐘 3~5 公尺之間，也就是變頻器輸出頻率約介於 30~45 Hz 之間時，對育苗工作有著最佳之效果。載具在空車狀況、苗盤推車乘載 60 盤和苗盤推車乘載 120 盤三種情況時，空車及拉上苗盤後不同頻率的平均速度如表 1 及表 2，載具速度與頻率之回歸分析結果為平台移動速度(m/min)=0.0873*變頻器輸出頻率(Hz)+1.2373，其決定係數為 0.9167；在變頻器相同輸出頻率下之速度皆無變化，顯示本研究之載具在後方拉上苗盤推車時並不會影響其行進速度，且可以勝任平日育苗場之育苗工作。

在長 3 公尺的直線軌道旁，每隔 60 cm 設置定位點，載具行走一趟共有四次定位機會，在 10 Hz～60 Hz 六種輸出頻率下各行走五次，每種輸出頻率各有 20 次定位機會，測試載具定位準確度。載具空車定位實驗，經過感應塊設置位置修正，定位精準度達 100%。載具在拉上苗盤推車後整體重量增加，但是和空車狀況相比並不影響其定位狀況，載具在拉上乘載 120 盤苗盤之苗盤推車時，在全部六種狀況下的各 20 次定位皆順利完成定位，由此可知載具在後方拉上苗盤推車時，雖然整體重量增加，但是一樣有良好的定位精準度。

四、討論

本研究完成多功能自動化蔬菜種苗載具，可運用在苗場平日工作，減少工作人力，研究的結論如下：

1. 完成多功能自動化蔬菜種苗載具設計，此載具有極佳之負載能力可完成育苗場平日之工作，根據業者經驗，育苗場最佳工作速度約為3~5 m/min之間，透過變頻器調整，載具速度2.60~7.17 m/min之間，可勝任育苗場平日之工作。
2. 載具具有兩種模式可供業者因應不同需求做選擇，在自動模式下，載具可任意選擇欲停止之定位點，並進行影像擷取與苗盤擺放收集之工作，而在手動模式下，可經由控制箱上之按鈕來控制載具之行動。

表 1 空車不同輸出頻率時載具的速度

變頻器輸出頻率	載具之速度(m/min)	變頻器輸出頻率	載具之速度(m/min)
10 Hz	2.60	40 Hz	4.21
20 Hz	2.98	50 Hz	5.31
30 Hz	3.49	60 Hz	7.17

表 2 拉上苗盤後不同輸出頻率時載具的速度

	載具之速度(m/min)
變頻器輸出頻率為 30 Hz	3.48 m/min
變頻器輸出頻率為 40 Hz	4.23 m/min
變頻器輸出頻率為 50 Hz	5.32 m/min

3. 載具具有良好定位能力，載具之近接開關在感應到各點之感應塊之後驅動定位氣壓缸完成定位，待取相取苗工作完成後接收到完成工作之訊號後解除定位繼續行走，直到碰觸到終點之極限開關後載具停止，並退回工作原點，在實驗中以不同的速度下進行定位皆有90%以上之定位準確度。

參考文獻

1. 李芳繁、王智立。1999。採摘柑橘果實機械手臂之研製。農業機械學刊8(3):1-8。
2. 吳維健。1985。水稻育苗中心營運技術。初版，107-111。南投:台灣省農林廳編印。
3. 段兆麟。1993水稻育苗中心營運與發展之調查分析。八十二年輔導水稻育苗中心營運改善示範計畫研究報告。屏東：屏東技術學院。
4. 林家鋒。2009。設施內番茄採收機器人系統之研究。國立宜蘭大學生物產業機電工程研究所。
5. 洪景祥。2003。GPS速度控制器與變量比例閥應用於變率施噴系統之基礎研究。國立台灣大學生物產業機電工程學研究所。
6. 洪景鐘、陳世銘。2002。蔬菜育苗場搬運作業之工程分析與模擬。農業機械學刊 11(4): 105-121。
7. 徐文輝。2006。設施內精準可變率噴灑控制系統之研究。國立中興大學生物產業機電工程學研究所。
8. 陳世銘。1999。種苗自動搬運系統。種苗生產自動化技術專輯第99005號。台北：行政院農委會種苗生產自動化技術服務團。
9. 馮丁樹、邱亦志。1998。台灣地區水稻育苗場搬運作業體系之分析。農業機械學刊(七卷一期)。
10. 楊信和、馮丁樹、陳世銘。1997。蔬菜育苗中心簡易搬運機械之設計與應用。農業機械學刊6(1)：19-31。
11. Aldrich,R.A.& W.J.Bartok 1989.Greenhouse Engineering.2nd ed.,40-60.New York:Cornell University.
12. Bak, T. and Hans. J. 2004. Agricultural robotic platform with four wheel steering for weed detection. Biosystems Engineerind 87(2):125-136.
13. Henten, E. J. Van, B. A. J. Van Tuijl, J. Hemming, J. G. Kornet, J. Bontsema and E.A. Van Os. 2003. Field test of an autonomous Cucumber picking robot.Biosystems Engineering 86(3):305-313.
14. Ling, P.P., R. Ehsani, K.C. Ting, Y.T. Chi, N. Ramalingam, M.H. Klingman, and C. Draper. 2004. Sensing and end-effector for a robtic tomato harvester. ASAE Annual Meeting Paper No.043088.
15. Tompkins, J. A. and J. A. White. 1984. Facilities planning. 1st ed. ,New York : John Wiley & Sons, Inc.

Development of Automatic Carrier with Multi-functions for Vegetable Seedling Production

Syuan-You Hou[1], Shin-Rang Wang[2], Kwang-Wan Shieh[3]

[1] Master, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University.

[2] Graduate students, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University.

[3] Associate Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University, Corresponding Author.

Abstract

This study is to build an automatic carrier with multi-functions for vegetable seedling product, the carrier across the way of the planting bed design, using aluminum M8 Series for carrier materials, the drive part use 1HP turbine brake motor as a carrier power source, the other with a drive shaft, transmission gears, cross steering composed of the transmission system, driven by the motor through the drive shaft with cross steering movement of the entire carrier, positioning the parts of the system design nearly tap positioning cylinder and positioning holes composed of a positioning system cylinder to reach out and inserted into the positioning holes to ensure the accuracy of the positioning of the carrier, the positioning is completed to pass the positioning completion signal to take the seedling and take-phase equipment to begin work until the work is completed and back to communications, back-control system to lift the positioning carrier to continue walking until the carrier to touch the carrier stopped and returned to the origin after touch of the limit switch, the carrier control program written by the PLC, both manual and automatic mode of work the user to make different choices, and execute mechanical grab claw , developed this device for three-axis design, claw refers to the part of the jaw-style design, the use of our four claws stretching under the trays, you can swing trays up, and collected.

Keywords: Automatic, Vegetable seedling, Carrier.

北部地區農業污染源監測調查

吳信郁[1], 李宗翰[2], 廖高宗[3]

[1] 行政院農委會桃園區農業改良場 副研究員
[2] 行政院農委會桃園區農業改良場 助理研究員
[3] 行政院農委會農糧署中區分署 課員

摘要

本研究旨在監測調查北部地區灌溉水、酸雨及氟化物空汙等農業污染源發生情形，並進行作物人工模擬酸雨受害試驗，篩選指標作物以提供酸雨監測。2007 至 2011 年於 6 條主要溪流灌溉水監測調查，桃園縣南崁溪上下游、社子溪下游及新竹縣茄苳溪上下游、鳳山溪上下游電導度每年皆超過灌溉水質標準，且以茄苳溪最高，2007 至 2009 年南崁溪重金屬銅含量亦超標；而於桃園區農業改良場酸雨監測，12 至 4 月降雨酸鹼值月平均皆低於 pH 5，尤其以 2010 年 12 月 pH 3.8 為最低；氟化物空氣汙染監測於 2007 年及 2011 年新竹縣竹東鎮頭重里監測點，氟化物檢測含量分別為 48.5 及 95 ppm 超過臨界濃度。人工模擬酸雨調配硫酸溶液及硝酸溶液，處理供試作物以建立受害之徵狀試驗，僅芥菜葉片出現葉綠素消失、葉色白化之急性硫酸傷害，而對作物株高影響各處理間不顯著。

關鍵詞：農業污染源、灌溉水、重金屬、酸雨、氟化物。

一、前言

農業污染問題日益嚴重，不僅造成作物產量減損，更影響消費者食的安全。農作物集約耕作，農藥肥料等大量施用，致使灌溉水之污染來源急劇增加，導致農田土壤遭受灌溉水造成污染問題日益嚴重，其中重金屬為主要污染項目之一[5]，灌溉水重金屬汙染土壤導致作物受到汙染的案例本，例如桃園觀音、蘆竹鎘米污染，對生態環境及人體健康造成極大的傷害。灌溉水電導度也是極為重要的指標之一，電導度的高低會影響到作物的生長，如電導度過高亦會造成作物生長受到影響。酸雨為酸鹼值達 5.0 以下之雨水[14]，其較重要化學組成離子包括 H^+、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4^+、K^+、Na^+、Ca^{2+}及 Mg^{2+} 等九種，其中 NO_3^-及 SO_4^{2-} 為主要的致酸物質，由硫氧化物與氮氧化物之污染物轉化而來。酸雨對農作物危害，除改變營養生理、代謝過程與產量，並可改變土壤物理、化學及生物特性間接影響作物[1]。經酸雨模擬試驗 pH 2.5-3.0 及 pH 3.0-3.5 時，大豆、花生及萵苣、辣椒葉片分別出現傷害症狀；而 pH 值 4.0 時，油菜、芝麻、莧菜及辣椒較敏感[3,6]。桃園縣為台灣地區酸雨最嚴重的區域，pH 值長期平均在 4.5 左右[4]。1989~1990 年桃園區農業改良場在新北市、桃園縣海岸交界點之西南面 6、10 及 15 公里地段，分別在離海岸線 2 及 7 公里處，及距交界點 25 公里離海 23 公里的黃泥塘對照區等七處，調查雨水酸化情形及對農作物生長的影響，結果顯示北桃地區 3 至 6 月間之雨水以東北風風速日平均每秒一公尺以上的梅雨之 pH 值 4.07 酸化最嚴重，霧雨時雨水之 pH 值亦較對照區為低，8、9 月颱風風向西南之雨水亦呈酸性(pH 值 4.9~5.3)其中 Cl、Na 含量及電導度均在 15 公里地段的永安村最高。

3 月份青蔥葉尖呈枯乾現象最嚴重，尤以 7 公里地帶較嚴重，葉枯程度與其鈉含量無顯著相關存在。採用塑膠網保護，對青蔥可增產 37.5%[7]。氟化物對植物的毒性比其他空氣汙染物為高，工廠所排放之廢氣及微粒只要微量的氟就會造成植物受害[15,16]。北部地區桃園縣龍潭鄉因陶瓷工廠排放氟化物，造成茶葉氟離子累積導致葉片枯萎[2]。唐菖蒲屬植物為氟化物之敏感指標植物，累積量 30-50 ppm 葉片即出現受害徵狀，可為指標植物監測氟化物汙染[11]。

本研究針對北部地區農業灌溉水、酸雨及空氣氟化物汙染進行監測，調查灌溉水中重金屬含量並評估對農田土壤之影響，設立雨水收集器監測酸雨對農作物生長影響，以指標植物監測主要空氣汙染地區氟化物濃度，提供監測資料做為污染防治參考。

二、材料與方法

(一)灌溉水質污染監測調查

自 2007 至 2011 年於桃園縣社子溪、老街溪、南崁溪及新竹縣茄苳溪、鳳山溪、頭前溪等 6 條主要灌溉河川上下游設置 12 個監測點，以衛星定位座標方式分別於上游及下游設置監測點共計 12 處。每 2 週至監測點採集灌溉水樣本乙次，以 pH meter 測定 pH 值[12]，以電導度計測定 EC 值[13]；以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定重金屬 Cu、Zn、Ni、Cr、Cd 及 Pb 含量，並參考灌溉用水標準分析重金屬。

(二)酸雨調查及模擬試驗

自 2007 至 2011 年於桃園區農業改良場依據中央大學大氣物理研究所之酸雨測站觀測人員作業手冊，設立酸雨採樣器，於降雨次日上午八時採集雨水樣品，雨水之酸鹼 pH 值及污染物，送請中央大學大氣物理研究所協助分析，取得年度酸雨含有之污染物質。模擬酸雨試驗，取 20 公升的去離子水，分別以 96-98% H_2SO_4 及 60% HNO_3 配置 0.01N 硫酸溶液及硝酸溶液，再以 1N NaOH 溶液調製成 pH 值 2.6、3.6、4.6 酸性溶液為模擬酸雨之供試溶液。於本場溫室以盆缽種植白菜、茼蒿、萵苣、芹菜、茄子、青椒、芥菜、甘藍、菠菜苗，於定植後七天，分別以調製成 pH 值 2.6、3.6、4.6 硫酸溶液及硝酸溶液供試液及未處理作為對照，每盆噴灑酸供試液 100 毫升，隔 7 天分別噴灑一次及二次，，每處理 4 重複，於第二次噴灑後七天調查作物株高及葉色等影響情形。以 LSD 測驗法分析各處理間平均株高之差異顯著性，以顯著基準 5%比較之。

(三)氟化物空氣汙染監測調查

自 2007 至 2011 年於新北市萬里區協和火力發電廠及核二電廠、林口區林口火力發電廠、桃園縣龍潭鄉羅馬瓷磚廠、新屋鄉永安工業區及新竹縣竹東鎮中國製釉廠等空氣污染地區設置 5 處監測點，以唐菖蒲作為指標植物，設置後 30 天及 60 天各調查一次，擇第二上位成長葉片，測量枯乾長度，並觀察拍攝受害徵狀。剪取唐菖蒲受害葉片，樣品用清水洗淨後再用蒸餾水沖過，以 55℃乾燥後磨粉，並以 1N 鹽酸溶液萃取，再加總離子強度調整緩衝溶液(TISAB)，最後以氟離子選擇電極檢測。

三、結果與討論

(一)灌溉水質污染調查

2007 年至 2011 年針對桃園縣及新竹縣 6 條主要灌溉河川水質汙染監測調查，結果顯示如圖 1。桃園縣南崁溪上下游、社子溪上下游、新竹縣茄苳溪上下游、鳳山溪下游及老街溪上下游，電導度 EC 值皆超過灌溉水質標準 750μS cm^{-1}，以茄苳溪下游最為嚴重，其次是南崁溪，而鳳山溪下游之電導度 EC 值有逐年上升的趨勢。灌溉水電導度主要是受到無機陽離子鈣、鎂、鈉、鉀等，陰離子碳酸根、硫酸根、氯離子等影響，施用灌溉水電導度會影響到土壤的理化性質 [9]，如電導度高的灌溉水施用過多則易導致土壤的電導度值過高，如土壤電導度超過 0.6 dS m^{-1} (土水比=1：5)則會造成作物生長受到影響。在重金屬檢測方面，銅之灌溉水質標準為 0.2 mg kg^{-1}，南崁溪下游銅污染檢測，2007-2009 年分別檢測出 3、2 及 2 次，但 2010-2011 年則未檢出灌溉水銅含量超標之情況，顯示南崁溪下游銅污染的情況有減緩的趨勢。其餘各河川均未見鉛、鋅、鎳、鎘及鉻超過水質標準之情形，灌溉水重金屬來源包括天然礦物的溶出、工業廢水、家庭廢水及畜牧業廢水 [8,10] 等，因此建議相關單位需多加管控附近上游工廠，避免灌溉水遭受重金屬汙染。

(二)酸雨調查及模擬試驗

2007 至 2011 年桃園區農業改良場酸雨監測調查結果如圖 2，12 至 4 月降雨酸鹼值月平均皆低於 pH 5，以 2010 年 12 月 pH 3.8 最低；雨水酸性化學組成，較重要的物質為 $H^+NO_3^-$ 及 $SO^{2-}{}_4$，降雨所含 SO_4^{2-} 離子及 NO_3^- 離子月平均濃度亦以 12 至 4 月較高，SO_4^{2-} 離子月平均濃度 2010 年 12 月 354.8 μeq*l^{-1} 最高，NO_3^- 離子月平均濃度 2010 年 12 月 273.8 μeq*l^{-1} 最高，顯示春、冬兩季酸雨容易發生，且雨水酸鹼值與 SO_4^{2-} 離子、NO_3^- 離子月平均濃度呈負相關性。

於溫室盆栽白菜、茼蒿、萵苣、芹菜、茄子、青椒、芥菜、甘藍及菠菜，以 pH 值 2.6、3.6、4.6 硫酸溶液及硝酸溶液一至二次處理及未處理為對照，處理前供試作物平均株高與對照無差異；第二次處理後七天調查結果，供試作物平均株高與硫酸溶液、硝酸溶液酸性離子濃度及處理次數增加無相關性，不影響供試作物生長；而對葉片傷害徵狀，pH 值 2.6 及 3.6 硫酸溶液處理後，芥菜葉片出現葉綠素消失、葉色漂白急性傷害，為硫酸根離子毒害葉肉細胞典型徵狀。人工模擬酸雨所調配硫酸溶液及硝酸溶液，處理供試作物以建立受

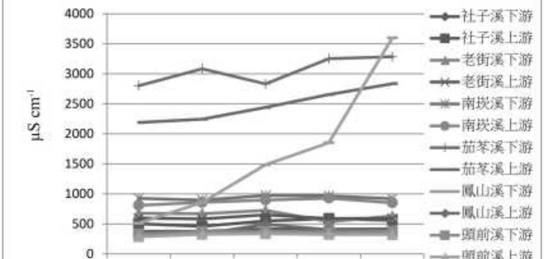


圖 1 六條河川灌溉水電導度值分析

害之徵狀試驗，僅芥菜葉片出現葉綠素消失、葉色漂白之急性傷害，可作為酸雨組成之一硫酸為害的指標作物。

(三)氟化物空氣汙染監測調查

空氣污染指標作物監測站設在新北市林口區協和及萬里區核二電廠、桃園縣龍潭鄉羅馬瓷磚廠、新屋鄉永安工業區及新竹縣竹東鎮中國製釉廠等鄰近農地，監測氟化物的空氣汙染。2007 至 2011 年水稻第一期作期間指標作物唐菖蒲乾燥植體每克累積氟離子含量，均低於 35ppm，未達到唐菖蒲危害臨界濃度。水稻第二期作期間指標作物唐菖蒲乾燥植體每克累積氟離子含量，於 2007 年及 2011 年新竹縣竹東鎮頭重里監測點檢測數據分別為 48.5 及 95 ppm 如圖 3，氟化物含量已達到為害水稻穀粒、葡萄及香蕉葉片的臨界濃度，此監測數據可提供環保單位對鄰近污染排放工廠查核的參考。

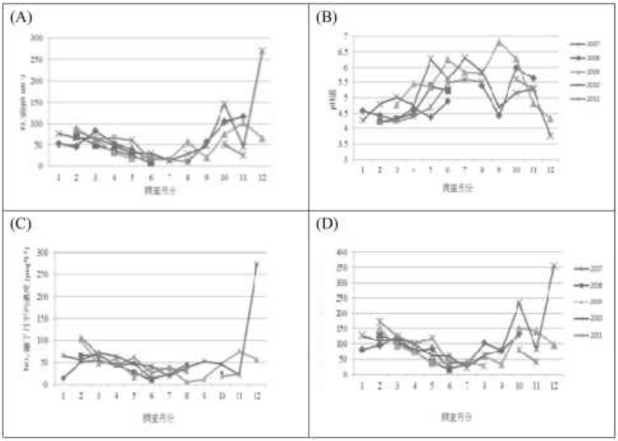


圖 2 2007 至 2011 年雨量監測調查。(A)EC 值、(B)pH 值、(C)NO_3^-、(D)SO_4^{2-}。

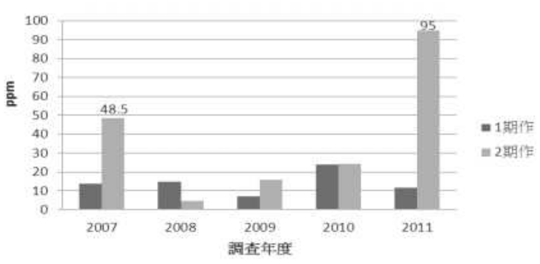


圖 3 新竹縣竹東鎮頭重里氟化物空氣汙染監測調查

參考文獻

1.吳亞、金翠霞。1994。空氣污染與植物病蟲害。藝軒圖書出版社。

2.李貽華、徐慈鴻、蔣慕琰。2003。磁磚廠周邊茶樹及雜草受氟害之徵狀及氟累積量之研究。中國農業化學會誌 41:87-94。

3.汪雅各。1987。模擬酸雨對若干蔬菜影響的研究。中國環境科學 7：1-5。

4.林能暉、彭啟明、陳進煌、陳靖沅。1999。 台灣酸雨之研究: 源與受體關係。全國大氣科學學術研討會。741-746。

5.徐貴新。2003。臺灣地區土壤重金屬污染概況。東南學報25：245-254。

6.高緒平。1987。105 種植物對模擬酸雨的反應。中國環境科學 2：16-20。

7.黃義雄、廖乾華、徐晴峰。1990。酸雨對農作物影響之研究報告。行政院環境保護署 EPA-79-002-37-143。

8.劉文徹、李松武、王銀波。1995。有機肥料之施用與土壤重金屬之聚積、作物吸收之關係。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。台灣省台中縣。pp215-227。

9.劉黔蘭、黃瓊慧、陳松甫。2003。炭化農業廢棄物吸附水中重金屬之研究。土壤與環境 6(3)： 165-174。

10.蔡宜峰。1999。禽畜糞堆肥對作物生長及土壤特性之影響。農業有機廢棄物處理與應用。中華生質能源學會。pp73-85。

11.謝慶芳。1989。利用指標植物監測空氣汙染。pp.7。台中區農業改良場特刊第 11 號。

12.McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. In A. L. Page et al (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph no.9 p.199-224.

13.Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. In A. L. Page et al (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph no.9, p.167-179.

14.Seinfeld, J. H. and S. N. Pandis. 1998. Atmospheric Chemistry and Physics - From Air Pollution to Climate Change. John Wiley & Sons. New York.

15.Weinstein, L. H. 1977. Fluorine and plant life. Journal of Occupational Medicine 19:49-78.

16.Weinstein, L. H. and A. W. Davison. 2003. Native plant species suitable as bioindicators and biomonitors for airborne fluoride. Environ. Pollut. 125:3-11.

The Monitoring and Investigation of Agricultural Pollution Sources in the Northern Part of Taiwan

Hsin-Yuh Wu [1], Tzung-Han Lee [2], Kao-Tzung Liao [3]

[1] Associate researcher, Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station, COA

[2] Assistant researcher, Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station, COA

[3] Officer, The Central Region Branch of Agriculture and Food Agency, COA

Abstract

The purposes of this study were to monitor and investigate the occurrence of irrigation water, acid rain and fluoride of agricultural pollution sources in the northern part of Taiwan and conduct the experiment of simulated acid rain to select plant indicator. Experiments were conducted to determine the EC and heavy metal effects of six rivers' irrigation water on the soil properties from 2007 to 2011 in Taoyuan County and Xinzhu County. The results showed that conductivity value of the Jiadong river surpasses the irrigation water standard frequently, next for Nankan river, Shezih river and Fengshan river. Heavy metal of copper content surpasses the irrigation water standard frequently at Nankan brook from 2007 to 2009.

The investigation of acid rain in Taoyuan showed that month-average values of rain were lower than pH 5 from December to April and the lowest was pH 3.8 at December in 2010. The monitoring of air pollutant-fluoride in Zhudong township, Xinzhu County showed that fluoride value of Gladiolus were higher than critical concentration in 2007 and 2011.In the test of simulated acid rain, the height effect on crops with treatment by various pH value of sulphuric acid and nitric acid were insignificant against check, but leaf mustard treatmented with pH 2.6 and 3.6 of sulphuric acid showed decoloration of leaves.

Keywords: Agricultural pollution sources, Irrigation water, Heavy metal, Acid rain, Fluoride.

氣象通量技術在農業氣象觀測上之運用

姚銘輝[1]、陳俊仁[2]

[1]行政院農委會農業試驗所 研究員
[2]行政院農委會農業試驗所 助理研究員

摘要

本研究利用渦流相關偵測系統記錄作物整個生育期之通量資料，以作為驗證模式及監測環境之用。水稻田的二氧化碳對於溫室氣體的平衡佔有重要角色，水稻一期作之平均二氧化碳吸存量為 22.0 g m^{-2} day^{-1}，二期作為 17.9 g m^{-2} day^{-1}。利用通量技術量測二氧化碳通量之日碳平衡，以評估蝴蝶蘭園最佳溫度及光照條件，其結果將有助於在溫室栽培之蘭花管理。結果顯示，日/夜溫為 25 / 25℃可得葉片之最高日碳平衡，而由整個園區尺度之碳通量資料，最佳蘭園溫度範圍為 24 - 27℃之間。決定水稻的需水量對灌溉計畫非常重要，利用水汽通量系統量測蒸發散量構成因子，以估算水稻田實測資料並以評估四種估算潛勢能蒸發散模式之準確度，Penman-Monteith 法和其簡化方程式則較能符合實測值。此外，利用通量量測技術解決大面積監測果樹生理反應的限制。結果顯示，潛熱則與以氣溫及相對濕度所計算之水汽壓差相關係數最高(r = 0.70)。因此，水汽壓差資料可做為荔枝果園水份管理之指標。

關鍵詞：通量、作物模式、氣候變遷、溫室氣體、蒸發散量。

一、前言

作物生長監測利用生理量測儀器僅能作單葉及定點量測，缺少長期且連續性監測功能，也無法提供大面積及夜間呼吸作用變化的監測，監測技術上的瓶頸限制一些議題的探討。氣象中所謂通量 (flux) 是利用具有高頻度偵測反應之儀器，配合電腦快速運算及儲存，所得之能量項瞬間值以共變異數 (covariance) 計算通量值 (Swinbank 1951)。雖然通量以輻射量、可感熱、水汽及二氧化碳等量測目標，但這些氣象通量測值也是作物生長監測的實際測值，通量系統已可將氣象變化及作物生理反應間作一結合，可應用於大面積農田之蒸發散量測 (Zhang *et al.* 2007)，潛熱或可感熱的傳送(Ortega-Farias *et al.* 2006）及二氧化碳吸存量評估 (Amiro 2010)等議題的研究。通量量測以能量項為重點，但也可解決量測作物生長及環境觀測上之限制。農業環境或作物生理的量測常受限於時間及空間尺度的限制，例如單一葉片光合作用速率如何代表整個田區作物植冠之固碳情形，或農田夜間呼吸作用如何量測等問題。本文之通量量測技術是以感測器長期監測為主，以大面積農田為量測範圍，希望對於此項技術之研究成果能擴大農業環境觀測之深度及廣度，有助於對作物長期生長及農業環境的觀測。

二、材料與方法

通量系統偵測儀器包括：三維音波風速計 (three dimensional sonic anemometer)：Young 81000 (R. M. Young Company, MI, USA)，輸出速度為 4-32 Hz。開放式二氧化碳/水汽分析儀

(open path CO_2/H_2O analyzer)：LICOR-7500 (LI-COR, Inc., NE, USA)，最高反應頻率為 20 Hz。細熱電偶線 (fine wire thermocouple)：線徑 12.7 μm，反應頻率大於 30 Hz。土壤濕度計 (soil moisture probe)：CS616 (Campbell Scientific, Inc., UT, USA)。土溫計 (soil temperature sensor)：107-L (Campbell Scientific, Inc., UT, USA)，埋設深度 10 公分。淨輻射計 (net radiometer)：REBS Q7.1 (Campbell Scientific, Inc., UT, USA)。土壤熱流板 (heat flux plate)：HFT3 (Campbell Scientific, Inc., UT, USA)，埋設深度 5 cm。所有感測器連接於 Campbell CR1000 資料蒐集器，系統程式依 Campbell 公司所提供加以修改，資料取樣頻率為 10 Hz，每 10 分鐘儲存一次資料，通量量測儀器及架設情形如圖 1 所示。程式中有關通量計算方式，CO_2 通量，潛熱 (latent heat) 及可感熱 (sensible heat) 通量依據 Yao *et al.* (2003) 所列之公式計算。

三、結果與討論

1. 利用二氧化碳通量推估蝴蝶蘭園之最佳溫度及光照條件

通量技術用於觀測溫室作物之固碳情形。以我國為例，蘭花溫室栽培是重要產業，如何精緻栽培及調節最佳生長環境非常重要。但蘭花（特別指蝴蝶蘭）屬於景天酸代謝（Crassulacean Acid Metabolism；CAM）植物，一般而言，此類作物之光合作用速率較 C3 或 C4 型植物為低，另外多肉厚葉特性在以光合作用分析儀量測時易使葉片受損。另外 CAM 代謝路徑普遍被認為是植物為適應乾燥環境演化而來，白天氣孔關閉以減少蒸散作用，至夜間才開啟氣孔固定二氧化碳，蘭花特殊生理習性常造成量測上的困難，而通量之長期且直接的量測方式，適足以解決此問題。本研究目的為利用渦流共變異數技術量測二氧化碳通量之日碳平衡，以評估蝴蝶蘭園最佳溫度及光照條件，其結果將有助於在溫室栽培之蘭花管理。結果顯示，日/夜溫為 25 / 25℃ 可得葉片之最高日碳平衡，而由整個園區尺度之碳通量資料，最佳蘭園溫度範圍為 24 - 27℃ 之間(圖 2)。由整年通量量測資料，日均溫與日碳平衡之相關係數為 0.65，然而，夜溫與二氧化碳固定較日溫與呼吸作用更顯著。景天科作

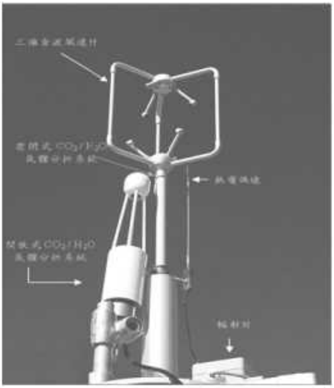


Fig 1 The instrumentations of flux covariance system.

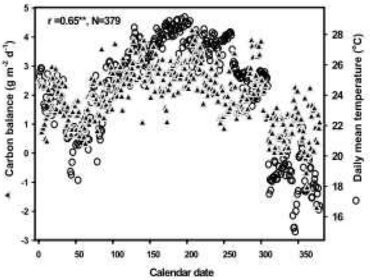


Fig 2 Changes of carbon balance and daily mean temperature in orchid field.

物之光反應及暗反應是分開進行，最佳光照利用碳平衡及葉綠素螢光參數量測所得結果為 300-500 μmol m^{-2} s^{-1}。除此之外，每日之日夜 1 個循環較 2 個及 3 個循環有更多碳固定量。潛熱與溫度及光度相關性皆不明顯，主要原因為水牆風扇干擾溫室內水汽狀態所致。

2.水稻田二氧化碳吸存量之研究

二氧化碳監測是農業生產及生態永續經營的重要工作，尤其是面對未來可能亟劇改變之氣候情景，農田二氧化碳逸散的收集及分析更顯得迫切。但農業是複雜的生態體系，包括氣候能量分布及碳素轉換機制，需更精確量測二氧化碳通量(flux)之瞬間變化，才能農田二氧化碳循環的產生、傳送及轉換有所瞭解水稻田的二氧化碳對於溫室氣體的平衡佔有重要角色。本研究利用通量技術直接量測水稻田之二氧化碳平衡，並和溫室排放模式 DNDC (DeNitrification DeComposition)作比較(圖 3)。結果顯示，水稻一期作之平均二氧化碳吸存量為 22.0 g m^{-2} day^{-1}，二期作為 17.9 g m^{-2} day^{-1}。吸存量受期作之葉面積指數影響，指數大則固定二氧化碳量多。土壤二氧化碳通量受土壤含水量影響，但在湛水環境則通量可忽略。比較不同量測二氧化碳吸收量的方式，和通量量測系統比較，密閉方式可能會有低估情形，尤其是在高光環境。

3.利用潛熱通量資料驗證水稻田蒸發散模式

水稻是我國主要糧食作物，同時水稻栽培對於氣候調節及涵養水源具有永續經營的意義，但水稻田用水量約佔農業用水 70%以上，在用水短缺時，如何更有效利用水資源是極重要課題。目前水田需水量常用模式去估算，缺乏實際測值，本文所提及之渦流相關系統的技術，可直接偵測水稻田潛熱，此能量項可作為水田蒸發及葉片蒸散之總量。因此，針對水稻田每一生育期實際耗水進行通量量測，提出水田蒸發散量實測數據，作為校驗水稻田之蒸散量模式，再依據氣象資料對大面積區域進行估算，才能對水資源作精準分配及使用。本研究利用水汽量測系統量測蒸發散量構成因子，以估算水稻田實測資料並以評估四種估算潛勢能蒸發散模式之準確度，結果顯示，以溫度為輸入值之 Hargreaves and Samanni 法高估蒸發散量(圖 4)，相反的，以輻射量為輸入值之 Miakkink 法則低估，Penman-Monteith 法和其簡化方程式(Priestley-Taylor method 法)則較能符合實測值。除此之外，本研究另一目的即利用蒸發散量實測值及氣象資料發展出適合之水稻作物係數，以 Penman-Monteith 方法估測潛能蒸發散量，比較由水汽量測系統所量測之實測值，結果顯示，水稻一期作之四個生育時期(幼苗期、分蘖期、抽穗期及成熟期)之作物係數，分別為 0.92、1.00、1.13 及 0.89；二期作則為 1.01、1.11、1.23 及 0.93。

4.荔枝園潛熱及二氧化碳通量之研究

本研究利用通量量測技術解決大面積監測果樹生理反應的限制，量測二氧化碳通量以瞭解荔枝 (*Litchi chinensis*) 果園植冠固碳能力，潛熱通量測值則代表果園實際蒸發散量。結果顯示，果園二氧化碳通量與太陽輻射量有直接關係 ($r = 0.87$)，並且與夜間溫度相關性亦高 ($r = 0.71$)。潛熱則與以氣溫及相對濕度所計算之水汽壓差相關係數最高($r = 0.70$)，至於常用於果園之水份監測指標，包括土壤水分含量、莖幹汁液流速、葉片蒸散量及氣溫-葉溫差值，與潛熱通量相關性並不高。因此，水汽壓差資料可做為荔枝果園水份管理之指標。

四、結論

作物生長監測利用生理量測儀器僅能作單葉及定點量測，缺少長期且連續監測功能，也無法提供大面積及夜間呼吸作用變化的監測，監測技術上的瓶頸限制一些議題的探討。氣象通量技術已打破過去氣象及農田作物量測在空間及時間上的限制，同時更能以長時間且精確的描述作物生長及監測農業環境。

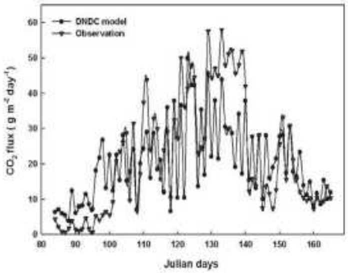


Fig 3 Comparisons between the measured and predicted CO_2 flux from above the canopy of rice.

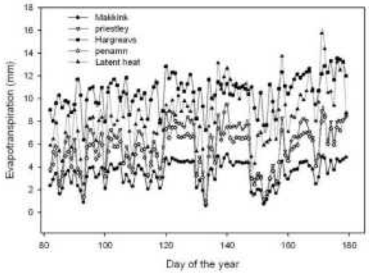


Fig 4 Comparisons between the four evapotranspiration models and latent heat for rice grown in the first cropping season.

參考文獻

1. 姚銘輝、陳守泓。2010。氣候變遷對農田碳循環及土壤碳封存之影響。氣候變遷及糧食危機研討會。P. 141-150。
2. 姚銘輝、陳守泓。2010。農田氣象通量之應用。生物碳潛力研議與碳管理策略研討會。P. 94-100。
3. 姚銘輝、陳俊仁、黃國祥。2011。荔枝園潛熱及二氧化碳通量之研究。台灣農業研究。60:211-220。
4. 姚銘輝、陳俊仁、黃國祥。2011。經由碳平衡及二氧化碳通量推估蝴蝶蘭園之最佳溫度及光照條件。作物、環境與生物資訊 8: 172-180。
5. 姚銘輝、陳俊仁。2011。農田二氧化碳逸散與土壤碳吸存之研究。土壤肥料管理對生態環境與農業生產之影響研討會。11-24。
6. Amiro, B. 2010. Estimating annual carbon dioxide eddy fluxes using open-path analyzers for cold forest sites. Agric. For. Meteorol. 150:1366-1372.
7. Jeng-Lin Tsai, Ben-Jei Tsuang, Po-Sheng Lu, Ken-Hui Chang Ming-Hwi Yao, and Yuan Shen. 2010. Measurements of aerodynamic roughness, Bowen Ratio and atmospheric surface layer height by eddy-covariance and tethersonde systems simultaneously over heterogeneous rice paddy. J. of Hydrometeorology 11:452-466. (SCI)

8. Ortega-Farias, S. O., A. Olioso, S. Fuentes, and H. Valdes. 2006. Latent heat flux over a furrow-irrigated tomato crop using Penman-Monteith equation with a variable surface canopy resistance. Agric. Water Manage. 3: 421-432.
9. Swinbank, W.C. 1951. The measurement of vertical transfer of heat and water vapor by eddies in the lower atmosphere. J. Meteorol. 8:135-145.
10. Tseng, K.H., J.L. Tsai, A. Alagesan, B.J. Tsuang, M.H. Yao and P.H. Kuo. 2010. Determination of methane and carbon dioxide fluxes during the rice maturity period in Taiwan by combining profile and eddy covariance measurements. Agricultural and Forest Meteorology 150:852-859.
11. Yao M. H, J. C Tsai, L. S Liang. 2003. Measurement of vertical profiles and fluctuations on agrometeorological factor within and above a rice canopy. (in Chinese with English Abstract) J. Taiwan Agric. Res. 52: 50-61.
12. Zhang, B. Z., S. Z. Kang, L. Zhang, T. S. Du, S. E. Li, and X. Y. Yang. 2007. Estimation of seasonal crop water consumption in a vineyard using Bowen ratio-energy balance method. Hydrological Processes 21: 3635-3641.

Application of flux technique in the observation of agrometeorology

Ming-Hwi Yao[1], Chun-Jen Chen[2]

[1] Senior Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

[2] Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

The eddy correlation system was setup above crop canopy to record the flux data during crop growth for evaluate the model and monitor the agricultural environment. The uptake of carbon dioxide in rice paddies may play an important role in balancing the budget of greenhouse gases, As a result, the average net daily CO_2 uptake in first crop was 22 g m^{-2} day^{-1}, while it was 17.92 g m^{-2} day^{-1} in second crop. To evaluate the best temperature and light intensity conditions of *Phalaenopsis* facility by the measurement of daily carbon balance with CO_2 flux using eddy covariance technique for the purpose of improving orchid management in greenhouse cultivation, the results indicated the maximum carbon balance can be reached at the day/night temperature of 25/25℃ on leaf basis, and in range of 24-27℃ on the base of facility as a whole. Determining of the water requirement of rice is important for paddy field irrigation plan, this study were to measure evapotranspiration with eddy correlation system, and to validate four empirical equations of potential evaportranspiration by comparing the model's estimated values to calculated values of latent heat flux from paddy field, the results showed that Penman-Monteith method and its derived simplified equation (Priestley-Taylor method) were better fitted to the actual measurement values. In addition to, monitor the physiological responses of litchi (*Litchi chinensis*) in large field areas using the technique of flux measurement. The latent heat flux was highly correlated to the vapor pressure deficit which was calculated by measuring temperature and relative humidity ($r = 0.70$). Therefore, this study suggests that the vapor pressure deficit is a good index for the water management in litchi orchards.

Keywords：Flux、Crop model、Climate change、Greenhouse gas、Evapotranspiration.

模擬溫暖化情境對水稻田雜草相之變化及其管理

蕭巧玲[1]、楊純明[2]、何佳勳[1]

[1]行政院農委會農業試驗所 助理研究員
[2]行政院農委會農業試驗所 研究員

摘要

水田雜草族群的變動受稻作生產環境影響甚大，氣候條件及栽培管理等改變皆能使雜草相消長呈現動態分布，尤其隨著全球溫暖化情境，此一動態變化料將持續發展，而且亦將影響雜草與水稻間的競爭關係。本研究藉由不等栽植期來模擬暖化情境，藉由調查雜草在不同氣象條件下之生長，探討在溫暖化環境下溫度、日照時數及日射量對水稻田雜草相之異動。經分析雜草科別數、種別數及密度與氣象變因之關係後發現，雜草數量明顯隨著累加溫度及日射量的增加而上升($P < 0.05$)，因此可預期水稻田雜草族群將在高溫及高日射量下快速繁衍。又發現其中闊葉類雜草較尖葉類雜草適應高溫，推估將有可能成為暖化趨勢下水稻田的優勢雜草種類，吾人對此雜草種類需要多加注意。經選取雜草種類分布最多的 2 個栽植期探討不同溫度梯度下之雜草管理，綜合試驗結果建議，一期作立春(SS)栽植期可於插秧後 7 週前、二期作大暑(MS)栽植期可於插秧後 6 週前進行雜草管理措施，將可減少雜草干擾對稻株生長的影響。

關鍵詞：溫暖化、水稻田、雜草族群、雜草密度、栽植期。

一、前言

國內慣行兩期稻作由於栽培氣候之明顯不同，使病、蟲、草害的發生存在期作特性與差異，近年極端天氣所帶來的氣候溫暖化，已使地表平均溫度以每百年約 0.74℃的速度增加(IPCC 2007)，臺灣百年來的升溫幅度更是全球的一倍。除此之外，乾旱、降雨量減少及地區性強降雨等異常天氣逐年增多(CEPD 2012)，伴隨著暖化情境的持續加劇，將對農業生產造成極大考驗。特別是大宗糧食作物水稻，將可預期發生米質下降，甚至減產的威脅。除了育成耐性品種外，栽植期的調整亦為稻作栽培因應氣候溫暖化的主要調適策略之一，以避開可能造成災損的機會(Shannon *et al.* 2008, Hsiao *et al.* 2009)。當水稻生育期往前或往後推移，所涵括的氣象環境及對應的管理操作必有所不同。對於雜草而言，栽植期的改變除了產生不同的雜草種類及生長表現外，也直接影響雜草與作物之間的競爭關係。此外，諸如耕犁、種植及肥料施用等栽培措施在時間上的調整，也將會影響雜草的擴散與分佈(Tungate *et al.* 2007)，因此亦必須配合雜草管理模式的調整以為因應。有鑑於氣候溫暖化對雜草與稻作間競爭關係的深遠影響，有必要深入瞭解溫暖化情境下田間雜草相分佈的異動。本研究乃利用每年 10 個栽植期(2009-2012)種植水稻，調查各栽植期田區發生的草相，並依據插秧至調查日期之間的 3 種不同氣象變因，藉以釐清氣象因子對草相分佈的影響，以及在適當時期進行管理對雜草相的改變，作為未來調整雜草管理與評估雜草危害的依據。

二、材料與方法

本文研究以一期稻作期間之'立春'節氣("Lichun" or start of spring；代號 SS)與二期稻作期間之'大暑'節氣("Dashu" or first day of mid-summer；代號 MS)等兩個節氣為栽植中心期，每年在兩節氣前後 15 天及 30 天實施合計 10 個栽植期。在 2009 至 2012 年之 4 年試驗，調查與分析不同栽植期之雜草相變動情形。本研究之試驗田區歷年來以種植水稻居多，且於試驗前一年已採非化學雜草管理，以減低對雜草相干擾。雜草相調查每重複試區平均逢機選擇 4 個 1 m^2 取樣點，調查面積內所有雜草樣本之科別、種別、密度、鮮重及乾重等，並以平均值為代表值。試驗期間之氣象資料，收集自試區鄰近之農業試驗所一級農業氣象測站測值，包括日均溫之期間均值(mean value of daily air temperatures of cropping season; MDMAT)、日照時數之期間均值(mean value of daily sunshine hours of cropping season; MDSH)、日射量之期間均值(mean value of daily irradiance of cropping season; MDIR)等 3 個氣象變因，以及相對應之期間累加值 ADMAT、ADSH 及 ADIR 等，以檢視氣象變因對雜草相變動趨勢之效應。在雜草相調查後，選用『植物保護手冊』中合適之推薦藥劑，進行水稻(臺稉 9 號)不同時期的雜草管理，一期作以插秧後第 5 週(5-wk)、第 7 週(7-wk)及第 5 與第 7 週(5+7-wk)，二期作則以插秧後第 4 週(4-wk)、第 6 週(6-wk)及第 4 與第 6 週(4+6-wk)進行雜草管理。

三、結果

整理 2009 年至 2012 年間之每年 10 個栽植期之平均氣象變因，大致上，一期作 5 個栽植期由低溫往高溫發展，二期作 5 個栽植期則持續相對高溫之趨勢。分析雜草科別及種別數與 3 種氣象變因之關係，發現雜草分布與平均氣象變因測值(MDMAT、MDSH 及 MDIR)並不顯著(Fig. 1)。進一步比較累加值之 3 種氣象變因(ADMAT、ADSH 及 ADIR)與雜草科別、種別之關係，發現雜草科別及種別數有隨著 ADMAT 及 ADIR 增加而呈現逐漸升高趨勢(Fig. 2)。同樣的趨勢也在雜草密度的分布發現(Fig. 3)，顯示對族群變化的影響，仍以累加值之氣象變因較具顯著差異。由於 ADMAT 與雜草分布間達顯著二次曲線關係，為瞭解不同雜草種類受到 ADMAR 之影響，乃分析所調查雜草相之闊葉類雜草及尖葉類雜草(含禾本科及莎草科)兩大類，發現闊葉類雜草數量受 ADMAT 影響而呈現顯著增加，尖葉類雜草則較不受影響(Fig. 4)，當 ADMAT 達 550℃以後，闊葉類的族群分布將逐漸高過尖葉類，溫度越高則越表現出兩者間的差異。由於栽植期調整所產生的溫度梯度變化對雜草之擴散有相對影響，為了探討溫暖化造成雜草管理的影響，以雜草科別、種別分布最多之一期作立春(SS)及二期作大暑(MS)兩栽植期進行雜草管理試驗。由雜草種類，選擇植保手冊推薦藥劑「2.7%平速爛水分散性油懸劑(penoxsulam)」噴施水稻田，再於水稻 50%抽穗期調查不同雜草管理對雜草密度與鮮重的變化(Fig. 5)。發現在一期作 SS 栽植期相對冷涼的氣候下，初期 5-WK 進行雜草管理相較 7-WK 得到較大雜草生長抑制效果，而以 5+7-WK 的 2 次管理對雜草防除效果較佳。在二期作 MS 栽植期，早期 4-WK 管理可控制雜草往株型小但數量多的分布，至 6-WK 管理雖可控制雜草密度，惟會產生單株較大的雜草，而二期作的 2 次雜草管理同樣能明顯地降低雜草蔓延。再分析不同雜草管理對稻株的影響(Fig. 6)，一期

作 SS 栽植期進行 2 次雜草管理對稻株影響不大，與全期除草的對照組無差異，然而僅進行 1 次雜草管理之稻株葉面積(LA)、葉數(LN)及地上部乾重(ADW)易受雜草影響。若於二期作 MS 栽植期，則發現進行 1 次或 2 次雜草管理，稻株生長相對較不受影響(Fig. 6)。

四、討論

由雜草科別、種別及密度與氣象變因之關係發現，隨著累加溫度的增加而上升。由於溫度增加有利於多數雜草種子生理代謝與植體生質量的蓄積，因而促進種子萌發及苗株生長(Tungate *et al.* 2007)，因此溫暖的二期作栽植節氣其雜草數量普遍大於冷涼一期作栽植節氣。又隨著溫暖化的情境，可預期闊葉類雜草相會是暖化趨勢下構成水稻田主要分布之優勢種類，尖葉類雜草則可能會因闊葉類雜草的大量蔓延擴展而壓縮其族群發展。同為闊葉

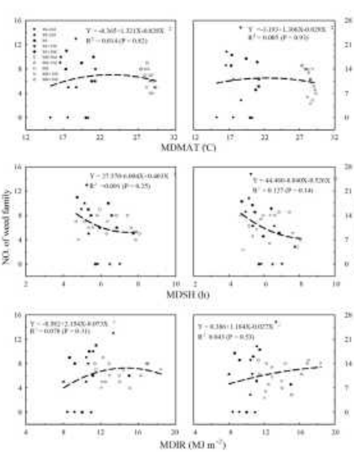


Fig. 1 Changes in mean values of climatic variables to numbers of weed family and weed species in paddy fields recorded in different cropping seasons in 2009-2012. There were ten transplanting dates for each cultivar in each year. SS – 30 d: 30 days before 'Lichun'; SS – 15 d: 15 days beofore 'Lichun'; SS: 'Lichun'; SS + 15 d: 15 days after 'Lichun'; SS + 30 d: 30 days after 'Lichun'; MS – 30 d: 30 days before 'Dashu'; MS – 15 d: 15 days before 'Dashu'; MS: 'Dashu'; MS + 15 d: 15 days after 'Dashu'; and MS + 30 d: 30 days after 'Dashu'. Lichun (SS) is the first day of spring and Dashu (MS) is the first day of mid-summer, according to the lunar calendar.

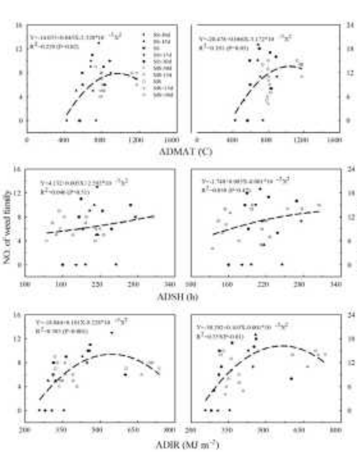


Fig. 2 Changes in accumulated values of climatic variables to numbers of weed family and weed species in paddy fields recorded in different cropping seasons in 2009-2012. Others refer to Fig. 1.

類的圓葉鴨跖草(*Commelina benghalensis*)，被發現當溫度升高時可促進其族群往北蔓延，成為棘手的強勢雜草(Shannon *et al.* 2008)。顯見溫度的上升將使適應良好的雜草族群增加外，亦助長其族群的擴張，未來在不可避免的暖化情境下，須加強留意特定雜草的管理措施。

藉由兩栽植期(SS 及 MS)所模擬的溫暖化梯度所進行的雜草管理，雖然施行 2 次管理可相當控制雜草，惟為減輕環境生態負擔及化學除草劑使用，維持低雜草密度仍可獲得適當水稻生產。其他研究也證實，減低除草劑施用量確實也能有效防除雜草及避免抗性雜草產生(Kieloch and Domaradzki 2011)。整體言，一期作 SS 栽植期可於插秧後 7 週前、二期作 MS 於插秧後 6 週前來進行雜草管理，將可減少因雜草的干擾而影響稻株生長，此結果可供建立生態型雜草管理策略與措施之參考。

本研究亦發現栽植期的調整將影響雜草相的變化，因此對於雜草管理的差異亦需在不同栽植期配套進行，才能收到管理成效。作者未來將持續收集更多資訊以釐清雜草相變動的可能趨勢，作為日後雜草管理及水田生物多樣性維護等多元用途。

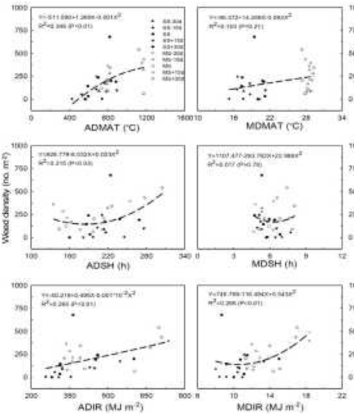


Fig. 3 Changes in accumulated and mean values of climatic variables to weed density in paddy fields recorded in different cropping seasons in 2009-2012. Others refer to Fig. 1.

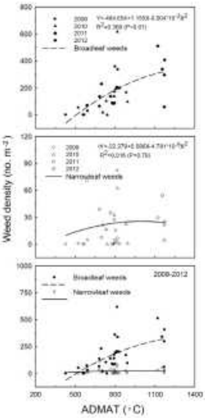


Fig. 4 Changes in accumulated daily mean air temperature (ADMAT) to weed densities of broadleaf and narrowleaf in paddy fields recorded in different cropping seasons in 2009-2012. Others refer to Fig. 1.

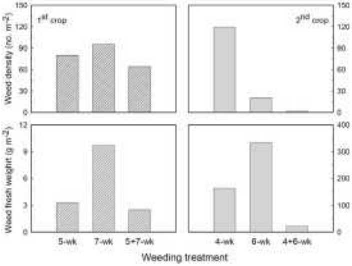


Fig. 5 Effects of timing and numbers of weeding on weed density and fresh weight in paddy fields recorded in the first and the second cropping seasons of rice in 2011.

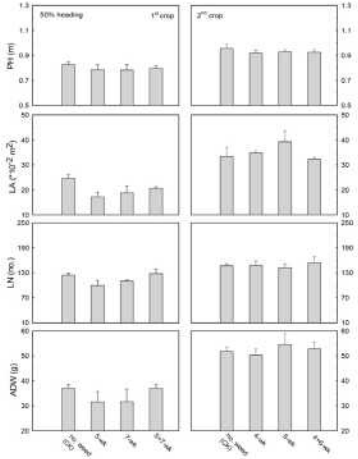


Fig. 6 Effects of different weeding treatments on growth traits of rice plants (*Oryza sativa* L. cv. TK 9) grown in the first and the second cropping seasons in 2011.

參考文獻

1. CEPD (Council for Economic Planning and Development). 2012. Adaptation strategy to climate change in Taiwan. CEPD Press. Taipei. 69 pp.
2. Hsiao, C. H., Y. J. Lee, C. M. Yang, and M. H. Lai. 2009. Effects of planting month on rice quality of cultivar TNG 71. Crop Environ. Bionform. 6:220-323. (in Chinese with English abstract)
3. IPCC. 2007. Summary for Policymakers. The Physical Science Basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge University Press, UK. 996 pp.
4. Kieloch, R. and K. Domaradzki. 2011. The role of the growth stage of weed in their response to reduced herbicide doses. Acta Agrobot. 64: 259-266.
5. Shannon, M. S., M. G. Burton and T. W. Rufity. 2008. Temperature response of Benghal dayflower (Commelina benghalensis): implications for geographic range. Weed Sci. 56: 707-713.
6. Tungate, K. D., D. W. Israel, D. M. Watson, and T. W. Rufty. 2007. Potential changes in weed competitiveness in an agroecological system with elevated temperatures. Environ. Exp. Bot. 60:42-49.

Changes of Population and Density of Weeds and their Management under Mimic Warming Trend Scenario

Chiao-Ling Hsiao[1], Chewn-Ming Yang[2] and Chia-Hsun Ho[1]

[1]Assistant Agronomist, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2]Senior Agronomist, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

Changes in population and density of weeds in paddy field are influenced by growth environment, as well as climatic conditions and management practices. The dynamic variation of weeds in paddy field will continue under global warming trend and will be affecting their competition with rice. By using different cropping seasons to mimic warming trend scenario, this study was aimed at investigating effects of air temperature, sunshine hour and irradiance on changes in population and density of weeds in paddy field. Results showed that weed density increased with increasing accumulated values of daily mean air temperature and daily irradiance ($P < 0.05$) so that weeds propagation in paddy field can be expected to be increased under the conditions of warming temperature and high irradiance. Numbers of broadleaf weeds were higher than those of narrowleaf weeds under warming conditions and therefore may become dominant weed species in paddy field that need to be taken into account in the future. By selecting two cropping seasons (SS and MS) that had more weed distribution in the fields for weed management experiments, results indicated that weeding before 7 weeks after transplanting would reduce weed influence on rice growth for the cropping season of 'Lichun' (SS), while it was before 6 weeks after transplanting for the cropping season of 'Dashu' (MS).

Keywords: Warming trend, Paddy field, Weed population, Weed density, Cropping season.

影響大葉種茶樹日燒症之環境因素

林木連[1], 姚銘輝[2], 陳俊仁[3]

[1]行政院農委會農業試驗所 研究員兼組長
[2]行政院農委會農業試驗所 研究員
[3]行政院農委會農業試驗所 助理研究員

摘要

氣候變遷導致茶區夏季偶有高溫熱害問題，尤以大葉種茶樹如台茶 18 號(紅玉)之於中低海拔栽培有夏季葉片日燒問題。於 2011 至 2013 年夏季連續 3 年調查魚池與名間茶區參試園大葉種茶樹結果顯示，台茶 18 號較小葉種茶樹(如四季春、青心烏龍、金萱、翠玉等品種)易罹葉片日燒症，台茶 18 號在夏季高溫年依試區不同日燒症面積百分率在 15-50%之間，而小葉種茶樹則全無日燒症發生，日燒症發生影響次一季新芽萌發，芽長平均只為無受害茶芽之 1/4。大葉種茶樹日燒症之發生與環境因素有密切關係，試驗調查顯示好發於無遮陰茶園，茶園位於盆地地形中有太陽西曬通風情況不良，茶園鄰高坡坎影響中午熱氣流逸散，位於柏油馬路旁之平台式茶園，此外茶園土壤水分狀況不佳易為一影響因子。

關鍵詞：大葉種茶樹、台茶 18 號、氣候變遷、日燒症。

一、前言

近年來台灣紅茶興起，利用大小葉種夏季茶菁製作紅茶，在中低海拔茶區尤為盛行。而小面積種植大葉種茶樹以生產高級紅茶，已有相當多成功的例子，特別是台茶 18 號（紅玉）。大葉種茶樹的種植雖在魚池茶區及其他鄉鎮如名間有其擴張，但也面臨幼苗及成木茶樹葉片在夏季高溫情況下日燒的問題，嚴重者新植大葉種茶苗達 2-3 成之枯死，需加補植，而成木茶園在夏天也有日燒症的例子，為過去所少見，此一問題實令種植大葉種的茶農們，在面臨氣候變遷，夏季中午前後常有高溫情況持續發生下，不得不加以注意。台灣過去甚少有茶樹葉片日燒之相關報告(林木連等人，2007)，Lin (2004) 曾報告大葉種茶樹較小葉種茶樹容易遭受日燒為害，本研究就 2011-2013 年夏天影響南投魚池及名間茶區所發生之大葉種茶葉日燒症之環境因素加以探討，希望能提供茶農對該症狀有所認識與瞭解，並加以重視與預防，減少氣象災害造成的損失。

二、材料與方法

(一) 參試茶園

本研究參試茶園分別位於南投縣魚池鄉大雁村 2 處（海拔約 500 m），品種分別為台茶 18 號及台茶 8 號均為手採成木茶樹，另魚池鄉頭社村之茶園（海拔約 600 m）則為台茶 18 號幼木茶樹 ；名間鄉 2 處參試茶園分別位於中山村（海拔約 250 m）及埔中村（海拔約 400 m），品種均為手採成木台茶 18 號。

(二) 調查及分析項目

本研究歷經 3 年，分別於每年夏季高溫期 6-8 月間進行。調查項目包括各茶園之立地條件如坡坎及綠籬高度、茶行間植生覆蓋狀況、葉片日燒狀況(以占全園百分率及分佈狀況表示)。參試茶園鄰近氣象觀測資料則分別取自彰化水利會同源工作站(位於名間鄉萓門巷)、林試所蓮花池分所、茶改場設於名間埔中村氣象觀測站、農試所等以比較三個年期夏季氣象資料之差異(包括最高氣溫及雨量)及與日燒症發生之相關性。

三、結果

(一) 2011 年

位於名間中山村的參試茶園日燒症狀最為嚴重，受害面積達 50%左右，影響新芽萌發，芽長平均只為無受害茶芽之 1/4；而位於埔中村同樣為台茶 18 號茶園則完全無日燒症發生，推測其原因為後者位處松柏嶺台地高點，無建物或其他較高地上物阻絕氣流，且茶行條帶與日射方向平行，空氣較流通，高溫熱不易蓄積，且茶園有種植野生落花生當覆蓋作物，土壤水分狀況較為良好；而前者茶園(中山村)東邊緊鄰製茶工廠，使得中午前後高溫熱氣不易逸散，高溫及持續太陽輻射熱導至日燒症發生，此種日燒症發生環境類似西方國家學者專家指出茶花植株鄰面西圍牆者葉片易有日燒症發生(Doubrava et al.,2010)。

而名間兩調查點旁的小葉種茶園（品種分別台茶 13 號及四季春）則無葉片日曉症發生，顯現小葉種茶樹較能抗高溫熱之危害，此與 Lin (2004)之觀察茶改場品種保存園(未種植台茶 18 號)大小葉種對熱害反應差異之報告結果相同。

由於名間茶區於 2011 年尚無可參考之氣溫資源氣象站，故參考其最鄰近之農業試驗所霧峰氣象站之觀測資料(表 1)，顯示 2011 年 6 月到 8 月最高氣溫超過 35℃之天數有 5 天分別為 6/10、6/19、6/20、6/23、8/4，七月份並無＞35℃之最高溫度。一般認為大葉種茶樹生長適溫為 18-25℃，季節間溫度不要低於 13℃，高溫不要高於 30℃ (Watson, 1986)。

由農試所之氣象觀測資料顯示 2011 年整個 6 月分之太陽輻射量要比過去 5 年同一月份平均值高出 40MJ 左右，顯示該月份天氣較為炎熱(圖 1)，而雨量則比前 5 年均值少 170mm 左右(彰化水利會同源工作站，2011)。名間 2011 年 6 月茶樹高溫害之發生顯然除了高溫，另與該地區 6 月份直到 6 月 27 日才有 107mm 之降雨有關(同源工作站，2011)。一般茶樹日燒症發生在成熟葉即下位 3-4 葉，屬茶樹之維持葉(maintenance leaf)，是故受日燒症影響之枝條其次一採收期之葉片萌發就較晚且短小(圖 2 及 3)，其是否影響紅茶製茶品質仍有待探討。

表 1 農試所霧峰氣象站觀測站 2011 年 6-8 月份最高溫＞35℃之日子

日　期	最高溫℃	太陽輻射熱 H MJ/m^2
2011/06/10	34.9	15.34
2011/06/19	35.1	19.13
2011/06/20	35.1	17.27
2011/06/23	35.6	17.46
2011/08/04	35.3	15.77

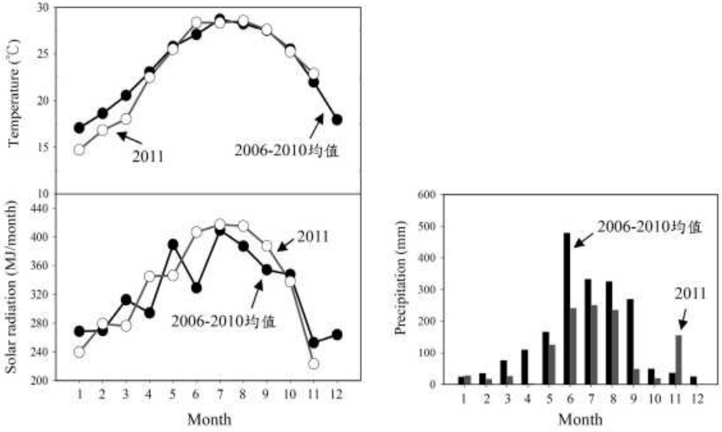


圖 1 農試所霧峰氣象站 2011 年月均溫、月太陽輻射熱與雨量月分佈

圖 2 正常大葉種茶菁

圖 3 罹日燒症枝條萌發之茶菁短小

魚池 2 處成木茶園分別位於大雁村大雁巷及山楂腳巷(草凹仔)附近，全無設置灌溉設施，茶園發生日燒症受害率約 1/6 左右，局部日燒嚴重者茶芽完全未能萌發，大雁巷茶園沿坡坎方向發生，坡坎高 160 公分(圖 4)，顯現為中午時分熱氣受坡坎阻絕吹襲逸散不良所致，另一附近鄰台 21 號線茶園日燒症之面積則較輕微，僅沿坡坎邊緣零星發生，似與茶園鄰台 21 號線之柏油馬路熱氣蒸散有關。位於山楂腳之茶園屬盆地地形茶園(圖 5)，根據葉姓園主轉述日燒症約發生於 2011 年 7、8 月間，以往未曾發現有日燒症發生，其隣園有一區發生更嚴重。

圖 4 魚池大雁村大雁巷大葉種茶樹日燒症發生茶園左邊面鄰坡坎

圖 5 魚池山楂腳(草凹仔)屬盆地地形日燒症茶園

山楂腳之茶園日燒症發生之方向與正午後太陽光照射之方向有關，日燒症發生之位置大都在面向正午後太陽西晒晒到之單面樹冠層。

發生於魚池鄉頭社活盆地地區之一處新植台茶 18 號茶園之茶苗日燒症發生率約 3 成左右，幼苗期茶樹日燒症與成木茶樹一樣發生在老葉。

(二)、2012 年

本年夏天並非高溫年，且雨量於 6-8 月之分佈，魚池:1003、89、935mm;名間:528、389、872 mm，所有參試茶園均無日燒症發生。

(三) 2013 年

本年夏天魚池 3 處參試茶園與名間鄉中山村茶園並無日燒症發生，但埔中村茶園於 7 月上旬卻發生日燒症，推測能與 6 月下旬該茶園乾旱、覆蓋野生落生變稀落、7/1 發生 35.5 ℃高溫(圖 6)，熱氣往頭地綠籬(高 165cm)方向吹襲有關。

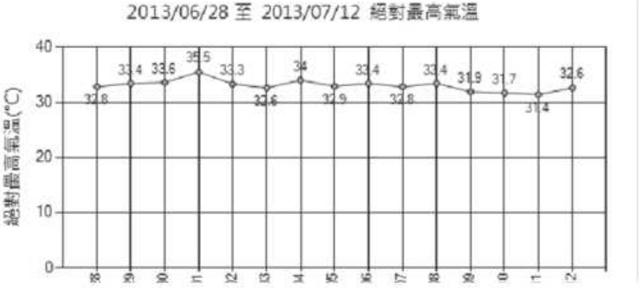


圖 6 名間中埔村氣象站 2013/06/28 至 2013/07/12 絕對最高氣溫

四、討論

大葉種茶樹葉片採後暴光面積較大可能亦為導致大葉種茶樹易罹患日燒症之原因，在印度及斯利蘭卡大葉種茶樹栽培常伴植遮陰樹，然此舉在台灣除以往魚池茶區有與檳榔樹混植外，一般茶農並無此習慣。大葉種茶樹日燒症之發生顯然與茶園之立地條件、地形、地貌、氣象與土壤濕度有關，試驗調查顯示好發於無遮陰茶園，茶園位於盆地地形中有太陽西曬通風情況不良，茶園鄰高坡坎影響中午熱氣流逸散，位於柏油馬路旁之平台式茶園，此外茶園土壤水分狀況不佳易為一影響因子。基於茶樹栽培正面臨氣候變遷，夏季高溫發生頻度變高(林木連，2008)，如何防範大葉種茶樹避免發生日燒症，為茶農需注意之栽培課題。

參考文獻

1. 同源工作站。2011。2011 年日降雨。彰化水利會名間鄉同源工作站。
2. 林木連、謝靜敏、陳玄。2007。茶園農業氣象災害與因應策略。作物、環境與生物資訊 4(1):35-40。
3. 林木連。2008。氣候變遷與茶產業因應策略。第五屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集。台灣台中 p.7-13
4. Doubrava, N., J. M. Scott, J. H. Blake, C. S. Gorsuch and J. Williamson. 2010. Camellia Disease and Insect Pests. HGIC 2053, Clemson Cooperative Extension.
5. Lin, M. L. 2004. Agro-meteorological disaster in tea in Taiwan and its mitigation techniques─International Symposium on Global Climate Change and Agricultural Disasters Mitigation Techniques (2004 GCAD), TARI, Taiwan.
6. Watson,M. 1986. Soil and climatic requirements, Chapter 2, In "Handbook on Tea", published by The Tea Research Institute of Sri Lanka.

Environmental Factors Affecting Sunscald of Large-leafed Tea

Mu-Lien Lin[1], Min-Hue Yao[2], Chin-Zen Chen[3]

[1] Senior Agricultural Engineer & Division director, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

[2] Senior Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

[3] Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

Climate change causes occasional heat injury problems on summer tea, especially on large-leafed tea such as TTES No. 18 (Ruby) cultivated in the low altitude, having a summer leaf burning issue. In the summer of 2011 to 2013 for three consecutive years we conducted surveys on four large-leafed tea gardens located at Yuchi and Minchen, respectively. The result shows that TTES No. 18 was easy to suffer sunscald as compared to that of smaller leafed tea cultivars, such as the Suchichuan, Chinsin Oolong, Jin Xuan, and Jade etc. Depending on tested gardens, percent diseased area of summer sunburn ranged from 15% to 50% in TTES No. 18, while all the smaller-leaf cultivars had no sunburn outbreak. Sunburn damage tended to affect coming sprout germination of next season, with average shoot length only one quarter of non-victimization one. Large-leafed tea sunburn was closely related to the conditions of environmental factors. In conclusion, the investigation shows that sunscald tended to occur in tea garden with no shading. Tea gardens located in the basin topography with poor ventilation and exposure to hot full sun at noon. Tea plants growing in full sun or against a south- or west-facing down slope often got sunscald. It was because hot air was hard to escape during hot noon. The platform-type tea garden located in asphalt roadside was aptly suffered sunburn. Sunscald was a particular problem in large-leafed tea after summer plucking. In addition, bad soil moisture conditions were one of affecting factors.

Keywords: Large-leafed tea, TTES No. 18, Climate change, Sunscald.

近10年來中南部茶區農業氣象之溫度調查與變化趨勢

林儒宏[1], 簡靖華[2], 蕭建興[1], 郭寬福[3], 黃正宗[4], 邱垂豐[5], 林金池[5]

[1]行政院農委會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長
[2]行政院農委會茶業改良場魚池分場 助理研究員
[3]行政院農委會茶業改良場魚池分場 副研究員兼分場長
[4]行政院農委會茶業改良場凍頂工作站 副研究員兼站長
[5]行政院農委會茶業改良場 研究員兼課長

摘要

經統計2012年的茶區面積及產量資料，目前全臺灣茶葉主要栽培面積為13,486公頃，仍以南投縣6,566公頃與嘉義縣2,163公頃為主要茶業生產產區。由日月潭、鹿谷、竹山、名間、梨山、古坑、奮起湖等中南部主要茶區2001年至2012年之氣象觀測資料發現，1月至12月溫度變化，並以12年平均值做比較，2012年各區域溫度除10月上旬溫度較低外，皆高於各站平均值，在年均溫變化上，各觀測站其溫度變化可知2004、2005及2011年其年均溫皆低於平均值，但在2012年則高於平均值。以日月潭氣象站進行每月溫差及年溫差統計，可得知在每月溫差變化上雖有高低，但從年溫差平均值在7.7度，在2001、2005及2006年溫差7.3度略低於平均值，但其餘年份皆在7.7度左右。為了解及觀測各主要茶區農業氣象變化在9處設置氣象觀測站，這將有助於分析農業氣象對茶業之影響，另外在產量影響，則需更進一步收集各茶區每季收穫量之資料以能更精準之判斷。

關鍵詞：茶、微氣候、農業氣象。

一、前言

近年來因全球氣候變遷，氣象變化劇烈，各地區微氣候皆有所改變，兩極化的氣象變化造成氣象災害頻傳導致農業損失慘重；茶葉為臺灣極具競爭優勢之經濟作物，為確保茶區茶葉產量與品質，需更加注意氣象條件的變化。臺灣茶區分佈於不同緯度、海拔及氣候型態中，因此遭遇到的氣象災害也有區域性之差別，近年來臺灣發生之重要茶園災害包含焚風、旱害、寒害、颱風及澇害等（林等，2007），其中以旱害最常發生（李，2005；林等，2007）；東部茶區常受焚風侵襲，影響茶芽生長；高海拔地區高山茶園於早春時期亦常發生寒害、霜害等。氣候變化亦對於茶園病蟲害之發生造成影響，臺灣夏季高溫、乾旱，茶樹根部因缺水造成傷害，導致植株抵抗外界惡劣環境能力降低，造成茶枝枯病之發生嚴重（曾，2005）；而高溫多濕之環境對於茶小綠葉蟬之危害亦為助長因子（蕭等，2005）。茶樹生育期間若遭受環境劇烈變化，會嚴重威脅茶樹正常的生育，造成減產，甚至死亡，因此分析相關氣象資料變化趨勢，供農民作為調整茶葉栽培產製模式之參考，以減少因氣候變遷所帶來之氣象災害損失。

二、材料與方法

(一)氣象觀測資料調查

調查氣象局所屬氣象觀測站位置及觀測項目並篩選出位於主要茶區之氣象觀測站。整理位於中南部茶區之氣象觀測站由 2001 年至 2012 年歷年溫度觀測紀錄及相關之氣象資料。

(二)茶區種植面積及產量資料整理

調查中南部茶區 2001 年至 2011 年間種植面積及產量統計資料，並分析其變化趨勢。

三、結果

經統計 2012 年的茶區面積及產量資料，目前全臺灣茶葉主要栽培面積為 13,486 公頃，仍以南投縣 6,566 公頃與嘉義縣 2,163 公頃為主要茶業生產產區(圖 1)。將位於茶區內中央氣象局所屬之氣象觀測站整理，選擇魚池日月潭、鹿谷鄉鳳凰、竹山鎮、古坑鄉草嶺、嘉義奮起湖、臺中梨山共 6 站，分別統計分析歷年各茶區溫度變化，由圖 2 可知各地觀測站歷年(2001 年至 2012 年)1 月至 12 月溫度變化，並以 10 年平均值做比較，可以發現到 2012 年各區域溫度除 10 月上旬溫度較低外，皆高於平均值，又從茶樹生育期分析，春茶生育期間為 2 月至 4 月，秋茶生育期 7 月至 8 月，冬茶生育期 9 月至 10 月，其溫度變化春茶生育其溫度較高，致使春茶發育早，然在秋茶生育期間，適逢梅雨季及颱風影響，造成連日降雨，甚至有些區域 7 月降雨日數達 22 天以上，8 月更高達 24 天以上，9 月上中旬更達到有 11 天以上皆是在下雨的狀態，對於排水不良的茶園，嚴重造成茶樹根部受損，導致秋茶減產 5 成，此時溫度是略降於平均值，但在 10 月至 11 月連日無雨，且溫度增高，造成乾旱現象，造成嚴重影響冬茶生育，甚至有些茶區茶樹不萌芽，故 2012 年冬茶減產 7 至 9 成，甚至無收成，可見農業氣象變化對茶樹生長之重要性。

在年均溫變化上，各觀測站其溫度變化可知 2004、2005 及 2011 年其年均溫皆低於平均值，但在 2012 年則高於平均值(圖 3)。以日月潭氣象站進行每月溫差及年溫差統計，可得知在每月溫差變化上雖有高低，但從年溫差平均值在 7.7 度，在 2001、2005 及 2006 年溫差 7.3 度略低於平均值，但其餘年份皆在 7.7 度左右(圖 4)。

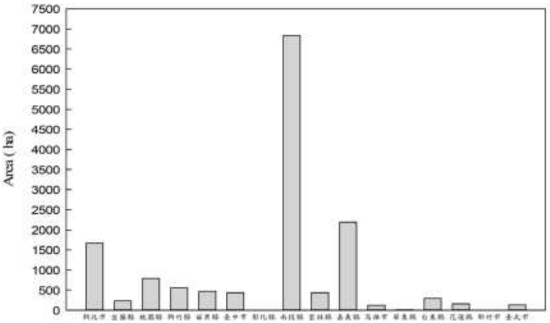


圖 1 臺灣各縣市茶業生產面積

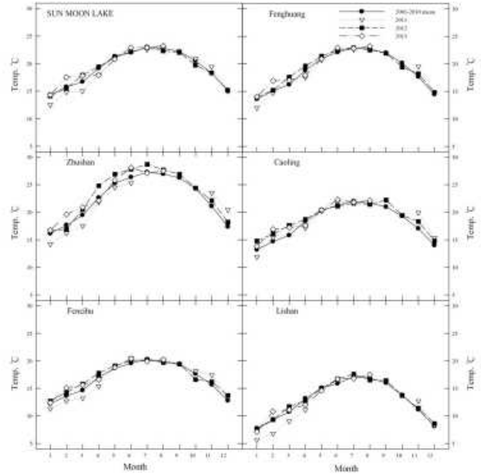


圖 2 日月潭、鳳凰、竹山、草嶺、奮起湖及梨山各觀測站，2001-2010 平均值與 2011、2012 及 2013 年之比較

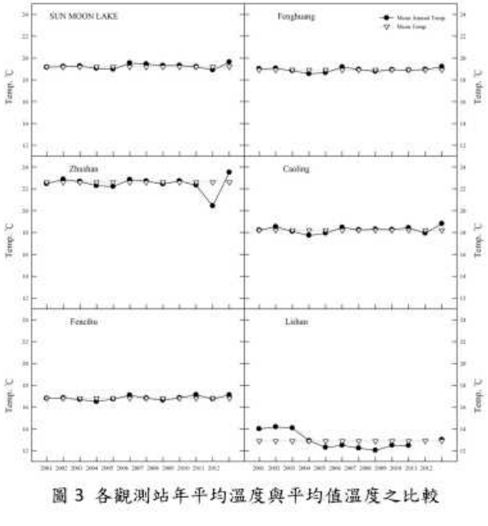


圖 3 各觀測站年平均溫度與平均值溫度之比較

經整理梨山氣象資料 2003 年至 2012 年(圖 5)，4 月及 5 月份平均月溫及最低日均溫時，可發現梨山溫度 2011 年 4 月最低日均溫下降至 8.4 度，平均月溫下降至 11.1 度，但在 2012 年 4 月最低日均溫則是提升至 10.5 度，平均月溫則上升至 12.7 度，其 2003 年至 2011 年最低日均溫及平均月溫的呈現是逐年下降，但在 2012 年則是上升的情況。

為了解及觀測各主要茶區農業氣象變化，以及避免與中央氣象局觀測資源重複，在 9 處設置氣象觀測站，分別為南投名間松柏嶺、南投竹山番仔田、南投竹山龍鳳峽、南投仁愛翠峰、嘉義竹崎石棹、嘉義梅山太和、嘉義梅山瑞峰及嘉義梅山碧湖以及魚池分場觀測站，而魚池分場觀測站主要為日後試驗處理研究為主，這些區域之地形大多為山區，將來這些觀測資料將可供給學術研究及應用使用，且這些觀測站之觀測資料皆可在農試所農業氣象諮詢網查詢，這將有助於分析農業氣象對茶業之影響，另外在產量影響，則需更進一步收集各茶區每季收穫量之資料以能更精準之判斷。

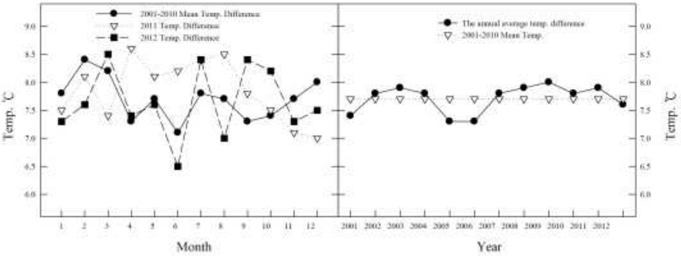


圖 4 日月潭氣象站平均月溫差與歷年溫差之變化

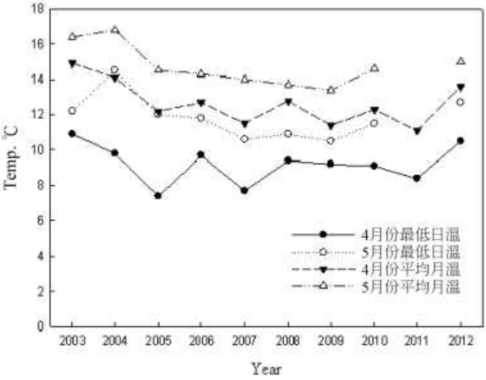


圖 5 梨山觀測站 4 月及 5 月份平均月溫及最低日均溫之比較

四、討論

隨著氣候變遷及暖化的影響，區域微氣候亦有可能發生變化，導致農業生產栽培模式可能需要調整，農業氣象可從過去、現在及未來這三個角度來分析，過去可從氣象資料的蒐集、統計與分析，套用在茶樹生育及製茶經驗與品質鑑定，現在則是因應氣象條件的變化調整茶作栽培技術及製茶技術，未來則是可以藉由中央氣象局的預報，適時調整茶作栽培技術及製茶技術以避免天然災害的發生，因此農業氣象各區觀測站更顯得重要性。

參考文獻

1. 李淑美。2005。茶園旱害的發生及防護對策。出自"茶樹氣象災害調查及防護技術研討會專刊"，9-20。行政院農委會茶業改良場。
2. 林木連、謝靜敏、陳玄。2007。茶園農業氣象災害與因應策略。出自"作物、環境與生物資訊" 4:1. 35-40。
3. 曾方明。2005。高溫乾旱對茶枝枯病的影響。出自"茶樹氣象災害調查及防護技術研討會專刊"，35-54。行政院農委會茶業改良場。
4. 蕭建興、蕭素女、江正享、曾信光。2005。氣象因子對茶小綠葉蟬族群發生的影響。出自"茶樹氣象災害調查及防護技術研討會專刊"，79-88。行政院農委會茶業改良場。
5. 農文協。2008。氣象災害。出自"茶大百科II"，471-501。日本。

The Temperature Investigation and Change Trend of Tea Agricultural Meteorology of Central and Southern Taiwan in Decade

Ju-Hung Lin[1], Ching-Hua Chien[2], Jian-Hsing Shiau[1], Kuan-Fu Kuo[3], Cheng-Chung Huang[4], Chui-Feng Qiu[5], Jin-Chih Lin[5]

[1] Associate Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, COA
[2] Assistant Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, COA
[3] Associate Agronomist & Branch Director, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, COA
[4] Associate Agronomist, Tungding Branch, Tea Research and Extension Station, COA
[5] Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, COA

Abstract

According to the statistics of the superficial measurements and the yield of tea field in 2012, the tea-cultivated areas in Taiwan are 13486 hectares in total, yet the two major tea-producing areas are 6,566 hectares in Nantou County and 2,163 hectares in Chiayi County. From the meteorological observations in the tea area of central and southern Taiwan (Sun Moon Lake, Fenghuang, Zhushan, Caoling, Fencihu, Lishan, etc.) from 2001 to 2012, the variation of temperatures from January to December in each area are higher than the average temperature of each observation station in 2012, with the exception of the lower temperature in early October. In terms of the variation of temperatures of annual average temperature, we found out the annual average temperatures of each station were lower than the average in 2004, 2005, and 2011; however, the there was a higher temperature than the average in 2012. Based on the statistics of month temperature difference and year temperature difference from Sun Moon Lake meteorological observation station, the year temperature difference was 7.3 degree centigrade in 2001, 2005, and 2005, which was lower than the average year temperature difference (7.7 degree centigrade), while it was around 7.7 degree centigrade in the rest months. In order to understand and observe the change trend of tea field agricultural forecast, we wet up 9 meteorological observation stations, which would be beneficial to analyze the influence from agricultural forecast toward the tea industry. On the other hand, in terns of tea yield, we need to collect the data of the yield from each tea area in every season in order to ascertain more precisely.

Keywords: Tea, Microclimate, Agricultural meteorology.

綜合討論

主持人：農糧署白瀛洲技正

案由一：為因應政府「調整耕作制度活化農地計畫」，擬針對轉(契)作作物及溫網室病蟲害防治項目，進行相關農業機械及自動化技術缺口盤點，以供未來計畫研提參考案，提請討論。

說　明：

一、農糧署自 102 年起推動「調整耕作制度活化農地計畫」，鼓勵休耕田復耕種植進口替代作物，如硬質玉米、大豆、小麥、牧草、青割玉米等；或具外銷潛力，如毛豆、紅蘿蔔、結球萵苣等；或有益生態環境之有機作物以及產銷無虞之「地區特產」等轉(契)作作物，預計至 105 年可活化 4.5 萬公頃，提高糧食自給率至 34.9%。

二、依上揭計畫，各試驗改良場回應之相關農業機械與自動化技術缺口有甘藷苗插植機、甘藷挖掘機、紅豆開溝播種機、黃豆選別機、小麥機械化栽培體系、胡麻田間採收機，以及適用於溫網室之病蟲害防治機、有機質施肥機、蔬菜穴盤移植機等項目。

農糧署白瀛洲技正：

這個案由主要是為了配合農委會的活化休耕計畫，大家都知道這個政策是一、二十年來最大的改革，目前將兩期休耕改為一期，輔導農民復耕其中一期，復耕建議作物目前來說有一部份已有農機協助作業，但有一部份還沒有使用機器。外界以為轉作面積沒推廣是因為沒有適用的農機，農民因此不想去種植，但農機廠商卻因看不到耕作面積的規模，不會貿然規畫投入設計製造。這是制度問題，不可能一下子機器就做出來，種植面積馬上就出來，因為各分區有各分區的目標，為了達成目標，請各位專家與試驗改良場所研究人員針對這些機器的研發提供意見。

中興大學盛中德教授：

我個人覺得有蠻多目前開發的機器並不算新的，像毛豆與紅蘿蔔收穫也許不是直接的；但青割玉米、牧草及大豆其實已經做很多。我建議各場應該有個優先順序，還有一定的量或一定面積的作物優先進行，例如紅蘿蔔現在外銷的量很大，結球萵苣也有相當的量，尤其冬天時候外銷的量更大，所以哪些作物可以優先研發？過程不是要全部都從無到有，可分成兩項，第一是以前做過的，第二是則是類似的機種。也許結球萵苣沒有，當初桃園場跟張森富教授合作甘藍收穫機做了很多年，也許可以將機構動作應用在結球萵苣收穫；還有像是甘藷挖掘機與硬質玉米收穫機，嘉義分所及農試所都有做過，所以基本上蠻多東西也非完全沒有。第二，是不是機械化以後台灣就可以轉變氣候變成小麥的生產國呢？這樣蠻矛盾的，因為我們為了要因應氣候變遷都已經來不及了，還要顛覆氣候去生產。對於不是很適合台灣氣候條件的作物，可能要審慎考量研發機種的先後順序。還有，像是紅豆開溝播種機，葉教授也已有在做，其實很多播種作業都有開溝，也都是可以應用類似的機種來改良。

台灣大學葉仲基教授：

紅豆播種機研發在今年的科技計畫有納入，且已經執行第二年計畫。可能高雄場並不清楚台大也有在做相關研究。

高雄場鄭仁勝研究助理：

向各位補充說明，因為屏東是紅豆的主要產區，我們提出的紅豆開溝播種機跟一般的播種機不一樣，搭配的載台是插秧機，屬於附掛式的，有獨立的動力源，農民就不必請外面的廠商做真空播種機或者其他的播種機來增加他們的成本，或原有插秧機的也就不用再買曳引機來搭配，是以最經濟的方式替農民考量。

中興大學盛中德教授：

假設你要用插秧機，你的插秧機沒有 PTO，就沒有動力傳出去。想想看施肥撒播機一年會用幾次？可是對廠商來說，現在面臨困難的是很多東西如果這樣開發會有很多農機都無法搭配。換個角度來看，利用現有的紅豆播種機構，改變播種盤後，就可種植不同作物。由於雜糧代耕業者本來就有在代耕，假如落花生播種機的播種盤改掉就可以播種紅豆，那農民就不需要購買專用機器，可以利用委託代耕的方式來播種。假設播落花生的播種盤比較大，播紅豆比較小，所以你們要去修改改播種盤才有辦法。但要去改插秧機，因為沒有動力而要從插秧機拉一個動力出來，挑戰蠻大的。

高雄場鄭仁勝研究助理：

我們的是附掛式的，而動力源是汽油引擎，是直接附掛在插秧機後面，所以動力源不是從插秧機移過來而是獨立式的，插秧機只是個載具，是利用三點式連結在播種機上，這樣原本就有插秧機的人就不用其他的車台，因為三點式連結的插秧機拆解後將附掛式播種機掛上去就可直接使用，目的就是要降低成本。這台機器是與曳引機的真空播種機做比較，我們要的是跟真空播種機的行株距一樣，可是深度會比真空播種機還要淺，因為曳引機真空播種機的深度較深，導致發芽比較困難。所以我們採開溝模式可以於播種後利用開溝的土來掩蓋紅豆。目前老舊沒用的插秧機二手價格很便宜；也可以請廠商搭配播種機跟插秧機一起販售出去，價格在 30 萬以內，如此可以將老舊的農機再開發及利用。

中興大學盛中德教授：

農機有兩個責任，第一是發展農機；另一是推動農業機械化，這兩個責任在農業機械化大家都有。台灣今天有一個很成功的，就是水稻為什麼可以變成乾燥中心，那是因為機械化，農民不需要因為農機而煩惱。回過頭來看，農機界有一套很好的制度，為什麼大家喜歡種水稻，因在一通電話就能解決。但今天做紅豆播種機，我們要想如何發展成類似的代耕模式？假設今天要以活化休耕地去做，都使用專業農機，那農民自己就要負擔專業農業機械。所以現在希望我們去做一套制度讓農業機械化管理能簡化，讓專業人士負責農業機械的管理及操作，像是跟種水稻一樣協助農民，所以不要想所有的產業把機械全部準備好，然後幫忙去做，這樣會造成台灣產業慢慢落實，為什麼？，因為機械太多，管理成本

太高。台灣能成功的原因是農民使用的機械成本低，是因為我們做農機同時會考慮到農業機械化的發展，所以必須將這兩個觀念結合起來一起看。

農試所楊智凱副研究員：

事實上民間農機廠也有開發多功能播種機，像剛剛盛委員提到的行距都可調整，甚至採用變速鏈輪組連株距都可以變動，更換種子盤就可應用於不同作物播種，專業代耕或代播中心可隨需求而機動調整，機器的利用率就會提高，相對成本就降低，這樣代耕中心有利潤，農民也可以受到服務而產生雙贏。

農糧署白瀛洲技正：

有很多非農機背景的人都問說農機的人為什麼不開發一個機器可以播種、施肥、噴藥及收穫等全部都能使用的？因為他們對農機開發並不了解，事實上作物的性質不一樣，所以不可能每個機種都開發共用的機種。

台南場鄭榮瑞副場長：

我們農機要好好定義一下，到底是要以有需求才去開發，還是以規劃的角度進行？未來不論是農機廠商或者是代耕業者，最重要的還是作業面積，如果沒有作業面積，也不會有機器的存在。所以像紅豆播種機一樣，紅豆未來要推廣到多少面積可能要有規劃，而不是沒有機器就不能推廣，這樣子是不對的。就像玉米聯合收穫機，在早期玉米轉作可以到八萬公頃時，農民買玉米聯合收穫機一部六百萬，他不需要政府補助都可以買，因為只要他兩期作或三期作成本就可回收了，因為他有大面積規模，所以這是我們農機未來必須要考慮。像現在我們的胡麻收穫，如果還是以傳統的角度去想，買小型機器就可以解決，以後在推廣時就會遇到大面積作業能量不足的問題，所以相對的還是要考慮到面積有多少再去開發。有很多舊的農機其實可以再去引進來使用，而不是每個都要開發新的。在精省之後有些計畫包括學校或各試驗改良場所中間的連繫都斷掉了，像有一些學校執行農糧署的委辦計畫，但是其他機關沒去了解就不知道這種型態，像今天的研討會未來應該加強辦理，這也是未來推動小組的任務。整個農機未來的發展不會像早期一樣，各場要怎麼發展各自提出來，沒辦法去評估這個產業是否有經濟的發展。以 103 年環境領域被刪減 23%的經費來看，農機這部份我們為什麼會被刪減？相對我們對產業的貢獻在哪裡？當然農環領域不只有農機，但是要凸顯出來讓別人知道我們農機研發對農業技術的貢獻，所以農機未來的發展可能要多面向去考慮。至於整合部分，大家必須要再加強，但也不一定什麼機器都要自己做，若市面上已有的，可以引進來使用。

農糧署白瀛洲技正：

目前署裡今年有針對大豆、硬質玉米以及胡麻重點進行。硬質玉米去年面積維持五千公頃，目前受理到秋作有一萬公頃，去年有補助小地主大佃農，透過專案計畫補助 12 台硬質玉米收穫機，一台漲到六百多或七百多萬的價格，今年陸續可交貨。今年 8 月 8 號署長有召開了一個產業所需機械的研發會議，關於胡麻部分，由於其收穫期不是一致的，下面

熟了上面還沒熟，因此本署作物產業組建議採用去梢機，可將胡麻的收穫期趨向一致性，署長請改良場去找業者共同構思研發；仙草收穫機則請農試所協助；鮮食玉米採穗機部份仍需要改進。作物產業組提出玉米帶胚脫粒機需求，也請桃園場及農機中心來構思研發。

台灣大學陳世銘教授：

我補充一下，以前種苗產生自動化部份是我在負責，據我了解，最早研發的播種機是桃園場，好幾種機型都有研發出來。桃園場所研發的是偏向半自動，後面需操作人員，這樣也是有好處，因為種子的發芽率沒有百分百，若穴盤有缺珠，有自動機器就用自動補植，但補植機需要成本及效率不見得理想，所以一般做法是移植機後面坐個人，有苗就拿、沒苗時候就不用拿，等於補植那一塊就不用了。當初輔導育苗場時，有些育苗場就說需要補到滿，我說其實那個工不值得，如果沒有機械代勞很耗工。當初有請林達德教授幫忙研發補植機，其在學術上可行但產業面不可行，因為太慢又太貴。後來穴盤育苗場他們作都是人工補，人工補就很耗工，其實一念之間觀念改變的話就會解決，因為若以人工移植的作業模式，在拿的時候直接跳過缺株的部份，農民要到育苗場買苗時，就去場裡面挑個十盤，就算有部份缺珠那就給農民便宜一點價格，如此便省去了補植的費用。當時桃園場做的時候是半自動搭配人工取苗，而在自動化推廣的時候，樂家敏教授也有研發，樂教授剛開始也是推全自動，後來大概也有困難所以他也推回半自動，甚至利用插秧機的架構，桃園場是乘坐式的，他的是行走式的。中興大學與台中場合作的半自動為行走式，一個人一邊行走一邊丟苗；桃園場為乘坐式，需要兩個人，一個開車一個丟苗。若蔬菜穴盤移植機在產業有需要的話，可將過去技術進一步修改即可運用。

台中場田雲生副研究員：

雖然這部份不是台中場提的，但是我們也有發生一些困擾。有許多農民詢問相關移植機，但大地菱農機公司可能是他們公司改組，已不做研發工作，因此現在變成農民在問機器哪裡買，但沒有廠商進行生產，所以這也是一個問題。假設說現在要另請廠商生產也不是這麼的容易，因為現在廠商對新機器的研發意願蠻低的。之前跟白技正提過，新型農機補助現在雖然恢復地方補助，但是廠商願意合作開發及推廣其實也受了很多影響，但是假如今天新型農機補助有機會恢復，我想這對新機器的研發是會有幫助的。

農糧署白瀛洲技正：

兩年前已經有訂新研發農機列入補助的計畫，這類似過去的新型農機補助，改良場所研發的，我們有列入新研發的機種。若廠商自己有開發的商品機，因為目前經費的關係，所以我們還是將其排除在新研發農機補助之外。事實上如果技轉完且通過性能測定，還是有管道可以申請新研發農機補助的。

桃園場邱銀珍副研究員：

桃園場有幾件事情報告，第一，這五年來農民最常提出的就是甘藷葉採收機，主要因為有機栽培的關係；第二，有一位活化休耕種植小麥的農友打電話過來，這個農友主要問

題在於小麥收割；全台灣小麥只有 240 公頃，在大雅附近已經有一家代收公司，再多一個業者來代收，這樣只會把機械代收的利潤壓低，不利農機市場。第三，我之前聽到白技正提起農環領域分數被打得很低，其實我們推動小組召集人與執行秘書均很認真進行試驗改良場及學校計畫資料彙整，以及相關計畫的研提，但有時我們提供上去的資料卻未被更新，導致執行進度及效率很差；再者，我們今天開會，也希望未來各試驗改良場及學校在推動小組進行計畫彙整、期中期末報告繳交、以及各項績效評估資料的提供上能多加配合，畢竟推動小組需要各位資料才有辦法進行彙整。同時，請農試所協助了解為何繳到農委會的資料，會變得不一樣，導致農環領域被批評。還有一點，我誠心希望與能各學校有合作的機會，因為看問題的角度不同，也能產生互補性，但今天這個政策可能很難，所以有時很無奈，但還是希望能為農機發展盡心盡力，最後還是要請各位多配合推動小組執行秘書進行各項資料的繳交。

農糧署白瀛洲技正：

我們推動小組的行政工作越來越煩雜，尤其是資料的彙整，因為去年度是我負責的，希望各場資料均能準時提出。常常資料提供都是很急迫的，早上一通知，下午就要，這是沒辦法的事情。整理出來的資料會有不一致或是沿用到舊資料，應該是上一層的關係，也許需要和領域召集人或執行秘書好好溝通一下。

中興大學盛中德教授：

我個人有一種感覺，上面關心的我們都沒給答案，我們給的答案都是今天各場提出來的，不是說開發小麥機械不重要，而是上面認為環境領域核心我們都沒有計畫在做。在極端氣候變化下，環境領域的人要如何去因應，今天沒有人去做，我們做的東西還完全集中在田間機械，沒有計畫開發省水機械，要怎麼去省水沒有人知道，沒有在思考這個問題。今天環境問題越來越惡化，如何在惡化中去維持農業生產？農機在這個領域可以利用工程的方式解決，包括省水栽培裡有什麼技術我們可以做的，但是農機人沒有去碰這個問題，就覺得省水栽培是水利而不是農機的問題。農機一直在逃避那些東西，只因沒有涉獵，農機最會的是去開發一個機器，開發播種機、收穫機或者其他機械，那些機器不是不重要，而是那種痛沒有這種感覺。若限水時，主委要去跟經濟部談，要用什麼方式去談，別人說你們農業用了這麼多水，產值這麼低，那農機有沒有辦法將用水效率提升 2%？如果你敢說的話就不會不只是百萬甚至可以拿到幾千萬計畫。因為設施或者設備能提升到 1%或 2%的效率，可以改變栽培模式，但是我們沒有這個題目，可惜我們一直鎖在傳統農業機械裡。現在有個新領域就是植物工廠，植物工廠是個好題目，可是植物工廠的檢驗是很殘酷的，問題在於賺不賺錢？植物工廠會被賺不賺錢而打敗；要不被打敗就是要想怎麼把植物工廠變成賺錢的，因為植物工廠的技術越來越透明化。植物工廠的栽培本來就不是問題，結果我們環境領域一直在談植物工廠的栽培問題，這就會輸掉。花了幾千萬蓋一棟植物工廠種這些作物，把作物拿來跟露地去比較，這樣就只差一個問題，這個錢要如何回收？如果有回收就會變成產業，電子業的熱潮也快過了，電子業投入植物工廠的很多，設立植物工廠或者 LED、CCFL 等都有，但問題是最後檢驗時，植物工廠拿不出成績說服人，這是我們

環境領域另一個的挑戰。環境領域的挑戰現在不是在植物工廠的生產多少，而是植物工廠生產裡面可以減少多少能量投入，讓它變得有競爭，可是我們現在這個領域不太敢試這個東西，我們還在試 LED，T5 等。植物工廠最大的問題就是能量消耗，現在有哪個計畫是在做減少植物工廠能量消耗的？在環境領域裡面，哪個計畫是在說植物工廠在同樣的生產品質下，可節省百分之十能量的？如果沒有，也許隔著幾年立法院會開始談植物工廠這個問題，植物工廠將來一定會被拿出來檢驗。這兩個環境領域最大的兩個課題或還有其他課題，可是這兩個課題沒有人碰，如果有人去碰，我們環境領域就可以拿出具有競爭型的計畫去搶錢，如果不碰我們在這個領域就拿不到錢。

農糧署白瀛洲技正：

感謝盛老師的意見，我們還是要突破研究方向，我們在寫領域綱要的時候必須提出改革及創新，如果我們還在原地打轉的話，自然就不容易爭取經費。

桃園場邱銀珍副研究員：

回應盛老師，我曾經看公文下來，如果去年執行四分之三，而今年應該要執行四分之四，但是我們弄上去又變成三分之一？國科會審查委員只看書面資料，這樣根本對不起來，像這種疑難雜症我們可能要跟領域高層疏通一下。我覺得盛老師的意見很好，我想各區農業改良場可以針對這方面領域增加項目來進行，應該換個新方向。

台南場鄭榮瑞副場長：

針對案由一部分，建議應該進行盤點。就以硬質玉米而言，從整地、收穫到最後乾燥作業，是不是有哪一部分是不足的，針對欠缺的部分，我們再進行開發；其他作物也是一樣，應該把整個產業每個環節列出來，才能知道是不是產業的關鍵缺口，如果不是關鍵缺口，我們投入對產業也沒有幫助。

中興大學謝廣文教授：

八月八日署長有主持產業機械研發的會議，不知道今天的議題跟那個會議有無相關？當天的決議的記錄是不是有整理？記得當天署長最後有裁示，什麼機器由誰來負責都有指示，而且最後有講希望一個月內規劃出來進一步討論，那我想是不是跟這個結合起來能夠一起來做？

農糧署白瀛洲技正：

關於八月八日署長主持的會議，會議紀錄都有給參加會議者；目前我打算在九月中旬開一次會議。目前已將辦理的情形的公文給各個分工單位去構思。

台中場田雲生副研究員：

容我再陳述一下，案由一在當時提出需求的時候應該是蠻匆忙的，在農環領域農機推動小組只有幾天的時間，希望提出類似單年期或多年期的競爭型計畫，所以這是各區改良

場他們的需求。我看了一下，小麥機械化在我們台中場是有提的，為什麼我們會提呢？其實我們也沒有一定要開發新的機器，只是我們場裡面作物單位現在有在進行小麥的研究，播種的話，背負式的可能還可以再利用，假如慢慢有了新品種，配合作物的發展，建立機械化的提升，不管從播種、管理到採收，可以利用現有的機器去建立起來，這是一種模式。關於盛老師所講的節水部分，可能有別的大計畫或別的領域在做，他們就要求不要有重複，可能當初提這個部份就是以田間機械為主，以上說明。

農糧署白瀛洲技正：

那我們就依專家及委員的建議事項，決議由推動小組來推動，列入環境領域綱要撰寫書參考。

案由二：針對溫網室及植物工廠等環境作業需求，研發小型電動農機及設備案，提請討論。

說　明：

一、小型電動農機兼具節能及環保功能，具產業競爭性，為未來農機市場開發重點。目前已開發的小型電動農機有中耕機、噴霧機、割草機、剪枝機、鏈鋸及搬運機等。開發相關設備除可滿足產業需求、促進產業升級外，亦有利於台灣開拓小型電動農機的外銷市場。

二、本案擬就溫網室及植物工廠等作業環境，在作物生產上需優先研發之小型電動農機與設備進行討論。

農糧署白瀛洲技正：

各位專家及同仁此案由是否有意見可以提出來討論？植物工廠跟溫網室因為是密閉環境，若有汽油或柴油引擎在裡面，對工作者或作物會有相當大的影響，是不是朝著電動方面來開發？看產業上有什麼需求，值得我們去開發的。

台南場鄭榮瑞副場長：

我認為跟剛剛的案由類似，現在產業發展到哪裡？要如何發展？現在這個產業發展到什麼地步我們要去了解，然後才去說這一部分確實要去發展的；不能只發展設備不考慮到整個產業的需求。就像植物工廠，發展萵苣栽培需要甚麼機械設備，缺了什麼設備？對產業會有什麼影響等？

台灣大學陳世銘教授：

不論溫網室或植物工廠都有播種需求；播種不必像以前這麼大，因為現在植物工廠日產量 1,000 或 2,000 株就算很大了，所以過去種苗自動化的一貫式播種機太大了。記得當時水耕蔬菜很快在市場上就沒競爭力，因為它號稱沒有病蟲害，但是溫室裡怎麼會沒有病蟲害呢？另外，根溫及硝酸鹽含量問題，以及成本較高等；成本高，賣價也高，消費者雖然消費得起；但產品要求健康及安全，因為硝酸鹽含量的問題，所以水耕很快就沒落了。當初我跟張金發先生有開發一部水耕播種機，就是海棉的水耕播種機。開發此機很重要的原因是，利用人工播種會深淺不一，發芽會參差不齊，我們是利用針的方式埋進去海綿裡，

所以播種均勻度就提升很多，因此有許多設備都可以再拿出來用。水耕播種機推出之後水耕產業就沒了，也就沒人再買了，不像後來穴盤播種機銷售量這麼大。其實現在大部分的植物工廠都是人工作業，或許利用某種簡便的方式協助，不用百分之百的自動化，只是省工程度沒有很大而已。所以從播種開始，然後搬運，最後還要檢驗品質，事實上農糧署有計畫在開發蔬菜硝酸鹽含量的檢測，這些東西都是用電的，要不要用電動小型機械我們可以列入考慮。我覺得將過去的技術進行檢討還是可以用在植物工廠的，只不過案由二範圍更大，除植物工場外還有溫網室。至於作業環境方面，如盛老師所講的，如何進行省水栽培這方面，不一定是一部機器，而可能是一個系統進行處理，這樣設施栽培包含植物工廠及一般溫網室均有需求。

中興大學盛中德教授：

我建議案由二部分文字修改為「針對溫網室及植物工廠環境作業需求，研發具節能節水功能之智慧型環控系統」。其實系統都是用電的，這個題目將目標訂在小型電動農機，方向有點窄。另外，這裡結論是一個目標，至於節能減碳將來包括太陽能或其它可節能減碳的。植物的溫室及網室或許我們要突破一下，現在溫室大家做很多，不過網室是不是有些東西可以做的？把溫室網室拆開，寫溫網室其實不是很好，因為溫室網室是兩回事，他們控制策略跟環控策略是完全不一樣。我們認為溫室的房子比較好，而網室需求比較大，我不是說有答案希望，個人希望每個改良場所都可以思考一下。

台灣大學陳世銘教授：

建議案由二不要把要開發系統限制於環控上，範圍要廣一點。另外，要做到溫網室就需要做到智慧型節能減碳，但節能減碳是有困難的，我覺得節能減碳還是蠻難做的，所以如果把帽子扣上來的話，可能將來檢討節能減碳成效時會有問題。因此是否用比較模糊的字眼，例如具環境效益，環境效益就包括節能減碳與節水等，但是所有東西都要智慧型嗎？

農糧署白瀛洲技正：

我想，這個題目可以納入綱要領域裡面的一個項目，針對溫網室及植物工廠環境作業需求，研發具環境效益之智慧型生產系統，列入我們未來研究方向。

宜蘭大學程安邦教授：

植物工廠作業系統中，自動化或一貫化是否有標準程序？若植物工廠生產步驟差不多的話，可不可以有人去研究標準化？未來在自動化或一貫化時，剛剛講的智慧型生產系統就都包含在裡面。現在已經有大的標準程序嗎？這樣是否需要放在研究範圍裡？不然不同的植物工廠就會像剛剛大家討論很久的農機一樣，每個都有它的一套系統，似乎有沒有一個共同性在裡面，如果有的話就把它討論出來，也許對後面要做自動化、一貫化或標準化的工作可以把它做出來。

台灣大學陳世銘教授：

播種系統是種苗生產自動化中最一致的，只要有量的，手動作業大概就不行，反之自動化就要有一定的量，如果沒有量一定會虧錢。像蝴蝶蘭一樣，有小苗、中苗及大苗都是分開的，如果中間有一環出狀況的話就會血本無歸。以前經驗最分歧的是搬運系統，由於每一家的溫室都不同，當初搬運系統有三、五套讓他們去選。我同意剛剛程教授所提的，從某個角度我們不能限得太死。現在完全人工光源可人為控制，但也會因為你種的作物不同有蠻大差異，更不用說溫室那部份。溫室那部份跟以前的經驗更多類似，我覺得基本上可以做那個東西，但是那種差異性要留住，因為有蠻多是因地制宜的。換句話說，如特別預算將來有哪個單位執行那一塊，其中有一項就做這個，針對他們熟悉的做示範性的規劃；但每一場都不一樣。所以我覺得這個階段不要訂得這麼死比較好，或許要有人去做這個東西，還可以延伸出第一、第二，甚至第三模式。就像以前我們在輔導搬運系統有好幾套，每個地方都不一樣，有的希望是單軌車，但我們幫它設計子母車，我們還引導他一下，因為他不可能出大錢，所以我們子母車觀念進去，但還是以單軌車型態，符合他搬運的需求；阿蓮的廠商是天車型的，利用天車順便做個澆水；埔里的廠商用單軌車，有蠻大差異的。大阪府立大學全部都是自動化，但我們本錢不夠，用人工就好，只要層架可以上下移動就好，因為我們廠商沒有一家日產量超過 2,000 株的，所以我覺得都需要有人去做，但在這邊不要訂太死。

案由三：為配合稻田休耕地復耕計畫，擬進行水、旱稻不整地或最小整地耕種技術(含施肥、施藥及乾旱期播種給水技術)之研發，提請討論。

農糧署白瀛洲技正：

針對有關於水、旱稻不整地及最小整地之技術，包括灌溉、施藥及施肥之研發，請各位提供意見。

台南場鄭榮瑞副場長：

這個水、旱稻應該是針對水稻吧！像直播的技術國內一直有，但在灌溉、施藥及施肥這部分倒是有需要進行，因為植播區其實是缺水的，因為缺水才用直播，所以這部份是不是合乎我們的議題？至於插秧的方式，用最小整地目前應該連日本也沒有在做。

農試所黃禮棟研究員：

這個題目可能以配合休耕地進行，因為原本休耕兩期，現在一期，應該不是稻子而已，而其他雜糧作物也是。利用最小整地或不整地的耕種技術，除了整地之外，還要配合施藥施肥技術，如果在播完雜糧後需要用水，水也是用最小的量，所以題目應該是這樣。

中興大學盛中德教授：

我個人覺得這個大題目是訂了，譬如說要做節水或其它的，我們農機不能說別人做了大型節水計畫而我們計畫就要避開，這是不對的。因為這種計畫可以吸引幾十億，為什麼我們要去避它，而我們只有幾百萬而已，所以說我們不去碰它是不可能的。換個角度來說，

農機能不能做？我們動不動就說智慧型環控之類的，是否有辦法把將這技術引進節水系統去做？第二，不是沒有適用的機會，只是在過去用水的方式大部分都是用灌的，是否在灌的方法外，有機器可以協助進行節水作物栽培？農委會不知送了多少人去以色列學他們的省水，在年雨量 50 釐米的地方也可以種出東西，不是此作物不需要水，而是給水位置就是作物需要的地方；換言之，如果這些題目都不碰，在他們的認知這是工程的問題而不是作物的問題，因為水如何到那個地方、需要多少水量以及什麼時候到，這部份是我們需要去解決的問題，也許解決這個問題需要許多的技術，我們是可以去考慮的，當然不一定是全部。我想這邊是不是思考不一定涵蓋水稻為主去進行運作，因為它有很多的限制在裡面，但是可以思考將工程技術、設備以及觀念怎麼導入這領域，可能一開始導入要用環境領域去支持，可是到了有具體成果之後，別的領域就會請我們去幫忙做這件事情。

農試所蔡致榮主任秘書：

各位農機同仁，我們好久沒像這樣聚在一起討論了。有一些主題應該我們農機主導，但我們的人都不見了，我覺得有股畏戰的氣氛，好像有些東西要我們農機來解決，但是大家都不見、都躲開了；甚至最後提出計畫的都是作物方面的人，我們都退到第二線。所以基本上我覺得今年的經費剩下 78%，明年還會再繼續，慢慢就會感覺到有壓力。我贊同盛老師的講法。我們可能安逸於做小型農機太久了，外面的改變我們都沒有感覺到，這部份大家都要去改變。剛剛有三個議題其實都可以去考慮，都可以做，但是我們現在欠缺的是團體戰力，現在農業設施及農機自動化兩推動小組已併在一起，我建議可以利用此推動小組，大家比較密集的討論一些問題，把它拿來做為打團體戰的平台，就像是戰情中心，遇到問題我們可以去談，甚至於我們可以分派各個單位去做一些資料的蒐集及彙整。我們研究同仁常常遇到要提報資料時沒有東西可以寫，這點我建議要由推動小組這邊來做一個平台。如果提出去的資料沒有重點，就沒辦法回應別人的需求，如果沒有體認到這一點，最後還是各場一個小計畫一個小計畫的提，彙整的人就會很辛苦，就很難完整呈現計畫的重點。我一直在想我們可處理的有哪些問題？環境領域就是解決環境的問題，其實我們可以利用地區性的改良場所提出比較重要的問題，第一個我們先了解作物；第二個是水，這牽扯到資源；再來就是能源。直接面對水資源，對工程來說更重要的是資源效率，若是用水效率可以提升 2%效率的話，那我們就有訴求，所以要朝提升資源效率方向進行，去想想有哪部份可以去做。把智慧型字眼改成環境效益這部份是對的，我在 TED 看到一個影片，在講"迴圈式生產"的概念，將包裝紙碎掉後拿給馬槽用，馬用完之後拿去養魚，魚提供產製魚子醬，再回到餐桌上，他們強調的是封閉迴圈的概念，我覺得蠻受到啟發的，這也是我們該想如何去做的。就像荷蘭為什麼繼密閉溫室之後會有溫室村概念，其想法就是到最後每樣東西在裡面，甚至以堆肥、水再生與熱量交換方式，把所有的物質全部在裡面作循環。所以我們該有些想法去做封閉迴圈生產，像是魚菜共生也有點這樣的觀念。因此我們要去想要如何去改變，才能有好題目，但這很難，就像我們的設施農業被操作了好久，也沒有長遠的去思考要哪些東西，就只是對那方面有些了解就去做所以都很辛苦。如果我們要有感動別人的題目，我們就要下工夫，如果每年還是一樣想到的只是要做什麼機器等等，最後還是無法符合產業與委員的需求，這是我提供一點點的想法。另外剛剛有提到植物工場

的經濟面的問題，日本 100 年植物工廠只有 10%賺錢，30% 達到收支平衡及 60%虧本，但現在 102 年已有 20%賺錢，60%達到收支平衡及 20%虧本，日本長期做下去才一年多就有這樣的數據，可謂頗有長進，我們台灣的進步速度還得再加油。感覺上外面的廠商很熱衷，但是公部門負責際生產的則較務實保守，往往想到經濟效益部份，覺得不可行就會再盤算。我觀察到一個比較大的危機，每一次聚會我都講，那就是其實在設施農業這部分我們是弱勢，因為我們以往都沒能拿到比較大的經費進行這方面的研究，每次想要有創新的作法，都得花上較多經費，別人未必認同。就像這次好不容易有爭取到設施農業升級的經費，長官們也明白宣示這不是讓人蓋硬體設施的，所以就會有很大的限制，大家都得更花心思想如何去做驗證。基本上我也知道為什麼會有畏戰的氣氛，但是機會難再我還是覺得在關鍵時刻還是要正面迎戰，我也不能說有什麼比較好的方法。有感於所提計畫沒有重點、零散的、無法包裝，也沒有漂亮數據的情況，今年獲核定預算是 78%，明年可能還會往下掉，所以我們一定要趁今年開始去想 104 年的事，利用推動小組的力量。假如剛才討論的議題還不錯就進行分組，各改良場所認為要做什麼議題，大家就分頭去找資料，做出一個整體性計畫，不要各做各的，這樣彙整的人才能於很趕的時間下彙整出好計畫。我也有感受到桃園場邱前輩剛剛有感而發的心裡話，所以大家應該要坐下來好好討論，哪天輪到你彙整時，也才能輕鬆如意。至於剛剛有關郭組長提案部份，我建議農工組能夠請他來做個演講，我知道他是一個很用功的人也讀了很多資料，請他針對農業工程發展提供看法及意見，說不定會有不同觀點的異域火花，同時也讓我們知道人家對我們農機的看法與期望是怎樣。

農糧署白瀛洲技正：

　　謝謝主秘的意見，也謝謝各位教授及研究人員意見的提供，我們會議進行到此，謝謝各位踴躍參與與建言。

附錄一：研討會提問與答詢

多功能自動化蔬菜種苗栽具之研究 (P.136)

無問答

植物殘枝粉碎機之研製改良 (P.32)

問：貴場研發之粉碎機適用於竹子類粉碎,是否日後另有連續性之應用規劃?

答：對粉碎機後續利用，桃園場已提出一研究計畫列於農業副產物再生利用項目之下。

問：建議粉碎機做多方面一系列之應用性規劃。

答：接受委員建議。

問：桃園場之粉碎機是否可粉碎玉米桿至 0.2~0.4 mm 以達到培育金針菇用之規格？

答：本場之粉碎機改換 1 公分孔徑之篩網即可粉碎玉米桿到 0.2~0.4 mm 之規格。

稻稈擠壓成型機之試驗研究 (P.38)

問：稻稈如何有效地從田間取出、運輸？水稻收穫與稻稈收集可能重疊、缺工的問題需設法解決？

答：本研究規劃於田間進行擠壓成型作業，可減少蓬鬆稻稈之運輸作業與成本，另水稻採收後，稻稈平鋪田間曝曬至適當含水率，方進行機械捆包作業，二者若有耗工重疊問題，約有 3~5 天的緩衝時間。

問：稻稈擠壓為什麼製作 1.2 kg 重的棒狀成品，而非國外常見的粒狀？另可考量應用番茄藤蔓為擠壓料源。

答：本研究係參酌早期所謂「原子碳」的規格尺寸，以及儘量避免添加黏著劑、增加額外成本等考量，以進行擠壓成型作業。至於棒狀成品 1.2 kg 重，並非當初設定的重量，而是試驗後之量測結果。另可規劃嘗試運用番茄藤蔓作為擠壓料源。

問：試驗研究應考量使用對象，由需求者角度研發製作機械？

答：本研究係為研發稻稈擠壓成型機，供製作稻稈衍生燃料之用，其生產品可作為鍋爐業之替代燃料，惟業者擔心是否有足夠貨源可穩定供應。另稻稈若能加工再利用，不僅降低田間焚燒所衍生問題，亦可能有業者進行收購而增加稻農額外收益。

問：須考量稻稈集運及前處理如細碎作業等問題？

答：本研究擬於田間進行處理作業，擠壓產品體積可減為 1/7~1/8，集運問題較小；另前處理之細碎作業，目前包括桃園場研發之殘枝粉碎機可加以應用，也可相互搭配進行試驗。

乘坐式果園開溝兼施肥機之研發 (P.96)

問：各改良場都有做過開溝施肥機，但各改良場都是從零開始，資源重複投入，因此各改良場所研發的機台皆無突破性，技轉廠商後銷售量也欠佳，建議未來要做類似的研發，可到各改良場的大資料庫進行資料收集，勿將資源重複投入，以他人的基礎進行改良，才能有所突破。

提示：可上農機學會、生機學會及台大自動化中心等的學刊資料庫收集資料。

新型水田中耕除草機試驗研究 (P.100)

問：機械除草是否與鴨子除草比較?

答：目前沒有調查鴨子除草之除草率及產量，禾鴨栽培主要需架設圍籬，且夜晚需另外安置鴨群，以免野狗捕食，目前少有農友進行禾鴨栽培。

氣象通量技術在農業氣象觀測上之運用(P.148)

問：蒸發散還是蒸騰

答：應是蒸發散，蒸騰是大陸用語。

問：可感熱在農業工程上應稱為『顯熱』。

答：可感熱原文為 sensible heat，在氣象用語上仍稱為可感熱。

模擬溫暖化情境對水稻田雜草相之變化及其管理 (P.154)

問：何不以水溫作為對水田雜草溫暖化之變因，而以大氣溫度?

答：試驗田區鄰近一級農業氣象測站，較易取得氣象變因測值，而水溫之變化乃以氣溫為基礎，兩者間亦為比例關係，未來試驗可將水溫測值納入觀察。

問：報告中未提及試驗田前期狀況，此與後續出現之雜草種子具有相關。

答：田區在試驗前一年以非化學方式進行雜草管理，試驗田區歷年來以種植水稻居多，因此分布之雜草多為水田草相。

問：本項研究所稱之雜草管理技術若推行至水旱田輪作區，是否仍可行?

答：水田與旱田雜草相本就不同，所作之雜草管理亦有差異。但當前期旱田進入水田後，田區之雜草相在初期水田整地後會有半濕性雜草滋長，越近插秧後的湛水狀態，所出現的雜草相將由水生雜草佔據田區，此時本項雜草管理技術仍可運作，惟不適用於旱田區之作物。

問：請留意溫暖化後的 CO_2 變化。

答：有關 CO_2 濃度對雜草相變化之影響，以 C_3 或 C_4 型雜草之消長較為顯著，溫暖化是由於 CO_2 濃度增多，碳源增加有利 C_3 型雜草之生長，不利 C_4 型雜草擴增。本研究亦發現兩型雜草間互有消長，但是否由 CO_2 影響或由於除草劑等管理壓力所造成的改變，仍需多年試驗佐證。

近 10 年來中南部茶區農業氣象之溫度調查與變化趨勢 (P.166)

問：因現在強降雨，瞬間雨量過大，請問有茶農提出茶園排水的問題嗎？

答：目前有建議茶農在茶園開墾時，就要考慮到茶園排水與水土保持的規劃，對於既有茶園的茶農們，須注意茶園是否排水良好，若排水不佳，可考慮明溝或暗管排水方式，解決茶園淹水等問題。另外茶園長度若過長，亦可考慮設立截水溝，引導水流，避免水溢流，減少茶園崩塌危機。

問：因現在雨量分布不均，造成缺水危機，有灌溉方式可推薦給茶農們使用嗎？

答：目前茶園灌溉水源主要可分成靠天給水及水塔儲水二種方式。在水源取得方面，山區茶農為保持水源的穩定而長距離引水，保持水路經費高，並架設多處水塔以儲水灌溉，灌溉方式多以噴灌為主。現在也有茶農使用滴灌系統，雖然滴灌系統在給水效率上穩定且水分利用率高，但明管滴灌方式容易在田間除草過程中損壞，為其主要缺點；但亦可考慮埋入式滴灌管(方煒教授建議)，可減少田間作業時損壞。

熱動製冷於農業的應用 (P.130)

問：除濕輪的價格與規格；較適用於何處? COP 值約為多少?

答：直徑與長度皆為 25 公分，市價約 4 萬元；規劃於偏遠地區倉儲使用，適用根莖類蔬果的儲藏溫度，藉由太陽能與風力，使得倉儲的能源供給得以自給自足。COP 約為 1~2。

補充 1： 台東場曾嘗試以深層海洋水進行液體除濕製冷研究，宜多了解。

補充 2： 工研院曾研究以此類技術推廣至農業，但未成功，宜多了解。

高效率熱泵冷凝乾燥系統應用研究 (P.44)

提示：簡報中提到熱泵乾燥機高溫時效率較差原因分析。熱泵高溫時散熱較不易，熱泵系統要能順利把熱帶走、製冷效果才會好，熱水溫度越來越高表示要帶走熱能力越來越差，這是原理，高溫時熱泵乾燥效率較差本就如此，不必另找原因。

問：報告中乾燥香菇溫度不足會有香氣不足問題，還可用在乾燥其他農產品及生物材料上，將來推廣還有其他乾燥對象物。

答：配合擠壓機試驗也曾乾燥過約 2 毫米厚的生山藥切片，效果很好。

補充 1：一般冷媒熱泵無法達到高溫，蘭花界有利用日本進口 CO_2 冷媒之熱泵，熱水溫度可達到 90℃以上，烘乾香菇時香氣會出得來，價格也不會高於台灣製造熱泵，業者應用效果不錯，已在推廣，目前有進口商代理，可去瞭解一下。

補充 2：宜大執行有機加工代工成本分析，除針對能源部份外，乾燥成本之外，設備社會成本，折舊成本分析比較出來比較客觀，另外利用熱風或熱泵產品品質指標比較出來，說服力更強。

問：標題高效率指什麼？能源成本較節省多少？可稍分析應用在花卉或乾燥之成本及經濟效益。

答：節能效果是與其他能源產生同樣熱能時成本較低。

問：此分析表中用熱泵比用電節省能源支出很多，但本分析表表示用熱泵比用電效果好很多，但不是表示高效率方式。

被覆材料應用於簡易溫室之光線穿透特性與降溫效能研究 (P.2)

提示：塑膠布阻擋 NIR 之降溫效能因空氣對流，使內容溫度差異不大，應著重於光線穿透後之作物生理感測研究。

植被降溫技術於溫室操作夏季反季節蔬菜生產之研究 (P.26)

問：技術上本來就應該是可行的，經濟上是否可行？建議由農經專家調查高級餐廳/火鍋業者願意以什麼價格購買夏季茼蒿。

答：本研究計畫之執行有農經研究人員全程參與；謝謝委員之建議，遵照辦理。

問：簡易溫室風扇水牆仍然有被外界污染物污染的風險。

答：植病與蟲害研究人員全程參與本研究計畫之執行，研究建立本立體化栽培平台設施之小型害蟲監測與防治技術、病害管理策略等。

問：有些什麼降低成本的作為？光照太強 500-600 可以種水稻了。

答：茼蒿的光飽和點高於 500μmole.m^{-2}.s^{-1}；本研究在第 2 期作曾將中、下層栽植床的光照降低為 250μmole.m^{-2}.s^{-1}，茼蒿的產量低於最上層自然光處理的產量。光照太低可能影響產量或延後採收期

問：茼蒿/蔬菜的品質，如質地等等，有無量測？

答：本研究計畫執行了園藝性狀及適口性表現的調查，藉以挑選適合生產的品種。

問：陽光與人工光源併用型設施，應著重在補光技術。

答：謝謝委員之建議，將遵照辦理。

二維剖面流場模擬應用於溫室設計之研究 (P.68)

問：荷蘭溫室裡面通常栽種 3 公尺高的番茄，應考慮不同作物對溫室內部的流阻效應，才有最後實質意義。

答：將來會再進一步針對此問題設定合適流阻模型，並探討不同作物的效應差異。

問：假設現在內部都無植物的情況下，如何實際驗證模擬流場是正確的?

答：待台荷合作溫式完成後，將以煙霧方式觀察流場情況。

問：目前模擬無考慮加熱溫度效應，此效應是否會完全改變流場?

答：未來將分析風場與溫度效應兩者的耦合分析，並觀察各種條件下兩者效應強弱關係。

問：模擬邊界條件設定沒說明清楚，模擬結果有沒有收斂也沒交代。

答：將於報告內文中說明清楚

以荷姆霍茲共振器為基礎的線上蔬果體積分級系統之研製 (P.124)

問：不知道您是否有參考分級機的標準。

答：我們有參考分級機標準。

問：臺灣未來是以外銷為主，現行的分級機功能並不適用，本技術是否能再升級以符合未來市場趨勢？

答：本分級機可以有效將異常的水果分辨出來，例如體型小卻很重或是體型大卻很輕的水果。

氣調儲藏自動化監控系統在釋迦之應用 (P.118)

問：目前研究所用的小型 CA 倉儲設備是否可實際應用於外面一般蔬果用大型倉儲？

答：本計畫執行之最後一年已就目前倉儲規格與實際放大倉儲規格，提供若干設計之要領，日後若有所需，應可按照該設計要領建構大型 CA 倉庫。

問：研究以釋迦為對象之理由為何？

答：該計畫第三年研提時，有一位審查委員係來自台東區農業改良場，由於當地盛產釋迦，因此該委員建議本計畫嘗試以釋迦進行 CA 儲藏延長保鮮之探討。本計畫在第二年完成 CA 儲藏庫雛型體時，曾針對芒果進行測試，觀察 CA 儲藏之效果。

延長釋迦及鳳梨釋迦銷售期技術之探討 (P.112)

問：請問採收後有清洗過嗎？上面的黑斑怎麼處理？有沒有可能是因為細菌？

答：釋迦採收後是不能洗的，採收後直接裝箱送至分級場。至於上面黑斑可能是因為細菌感染，也可能是因為瘀傷。

問：請問為什麼要冷藏七天？

答：因為採收以後大概四至十天，因此我想試驗七天的冷藏對釋迦的影響。

農產廢棄物堆肥化處理機械對果菜廢棄物堆肥化之研究 (P.106)

問：你的實驗設計顛覆了堆肥資材含水率 60%以下為佳之觀念。堆肥化熟成時間過長且處理量恐怕無法解決龐大的有機廢棄物？

答：堆肥化資材之最適含水率為 50~60%，但是由於果菜廢棄物大都達 90%以上，故本

堆肥化機械乃採將果菜廢棄物細碎成 5~7 cm後，不經過脫水即送至主發酵機發酵，經 3 個季節之試驗，熟成所需時間各為：夏季 31 天、秋季 61 天、冬季 55 天；其研究目的在瞭解高含水率之資材在本機之處理下是否也能順利發酵且達到真正的腐熟。當然，若是先將資材之含水率調整至 60%以下，其熟成所需時間定會縮短。至於要處理龐大的有機廢棄物，則可將此原型機放大製造，及配合多個二次發酵槽來提高處理能量（彈性甚大）。

問：堆肥資材在主發酵機分解（Decompose）所需時間需要多長？

答：約需 10~14 天即可將易分解之脂質、醣類及蛋白質等成份分解殆盡，只剩下不易分解之纖維物質需再繼續分解。故如需處理大量之果菜廢棄物，可將其前處理後，在主發酵機內植菌、攪拌及初步發酵約 24 小時後，出料至二次發酵槽進行後續發酵，而空出主發酵機來處理下一批之果菜廢棄物，以提升全機之處理量。

問：簡報內容，未見處理之機械部份？

答：如本簡報之材料與方法內簡單說明其處理之機械組成；本機械已經提出 3 個發明專利申請及完成 1 個技轉。

離心式瓜果種子溫湯消毒機之研發 (P.84)

問：現在植物工廠的發展，什麼都消毒，但種子沒有消毒。沒有用藥劑的消毒設備，在類似植物工廠或是有機的產品，有很大的意義。不過實驗數據在說服力上薄弱，牽涉到休眠的問題，應考慮清楚。

問：消毒是因為真空還是溫湯造成發芽率提高？應釐清，否則說服力不夠。

問：種傳病毒在種子的部分是非常重要，但這設備確實是不是可以把病菌消除？如果這個設備真的可以達到效果，那對外銷是很大的幫助。

答：感謝委員們的建議與指正，將就以上意見再行思索修正。

補充說明：離心式瓜果種子溫湯消毒機之開發，以物理方法可以代替化學藥劑消毒， 目前消毒機所使用的溫度，對所有之病原真菌、細菌、線蟲均可抑制，但需注意的應該是溫度對所處理之種子發芽是否會影響。目前應用於南瓜、西瓜及苦瓜種子消毒試驗，確實可以消除依附在種子的病原微生物或蟲害。熱水可以消毒也可以打破休眠，提早發芽且發芽勢較強，使發芽整齊根系生長旺盛。實驗數據牽涉之消毒溫度及時間為主要關鍵技術，不宜對外公開，因該機已技術移轉授權廠商商品化量產製造。

近年來新型農機列入計畫補助牌型之應用類別與數量及其列入之年度與性能測定之年度間之時間差異 (P.56)

問：民國 60-66 年的性能測定資料如能於內容中補足會較完整。

答：蒐集到的文獻資料最早僅從第二輯開始(民國 66 年之後)，據曾任職於農糧署之農機退休先進表示，曾經編印過第一輯，但資料尚未尋獲。

陳世銘教授補充：可洽詢退休教授張森富看看是否仍保有相關資料。

附錄二：計畫成果研討會籌辦人員暨論文集編輯小組

計畫成果研討會籌辦人員

召集人：農試所陳駿季所長

統籌人：農試所林木連組長 (農業氣象與災害防範推動小組)
農試所黃禮棟研究員 (農業設施工程推動小組)
農糧署白瀛洲技正、桃園場邱銀珍副研究員 (農業機械與自動化推動小組)

執行秘書：農試所楊智凱副研究員、桃園場吳有恒助理研究員、農試所姚銘輝研究員

農試所工作人員：黃國祥助理研究員、林建志助理研究員、魏阿娟小姐

研討會論文集編輯小組

編輯小組：農試所 黃禮棟研究員、姚銘輝研究員、楊智凱副研究員
桃園場 邱銀珍副研究員、吳有恒助理研究員

封面設計：蕭家欣助理

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

農業工程與自動化計畫成果研討會論文集. 102 年度 / 楊智凱等主編. -- 初版. -- 臺中市:農委會農試所, 2013.12

台中市霧峰區：行政院農業委員會農業試驗所，民 102

面：19*26 公分 --(農業試驗所特刊；第 177 號)

ISBN 978-986-03-9618-8(平裝)

1. 農業工程 2.自動化 3.文集

434.2507 102025875

編　　號：農業試驗所 2013 年 008 號

書　　名：102 年度農業工程與自動化計畫成果研討會論文集

發 行 人：陳駿季

編　　輯：楊智凱、吳有恒、黃禮棟、邱銀珍、姚銘輝

出版機關：行政院農業委員會農業試驗所

地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號

網　　址：http://www.tari.gov.tw

電　　話：(04) 23302301

出版年月：2013 年 12 月

版　　次：初版

展售門市：

1. 行政院農業委員會農業試驗所圖書館 (04)23317035
2. 國家書店 / 104 臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207
   國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw
3. 五南文化廣場 / 400 臺中市中山路 6 號 (04)22260330

定　　價：新台幣 350 元(平裝)

承 印 者：學安文化事業有限公司

地　　址：台中市南區仁和二街 78 號

電　　話：(04) 22861600

ISBN 9789860396188 (平裝)

GPN 1010203206

版權所有、轉載須經本所同意

102年度農業工程與自動化計畫成果研討會論文集

行政院農業委員會農業試驗所 編印

ISBN 986-03-9618-3
9 789860 396188
定價：新台幣350元(平裝)
GPN: 1010203206